

Japan Patent Dept.

Publicized Report of Patent

No. H 11-142652

Date of publicizing: May 28, 1999

| Int. Cl. | Distinguishing No. | F1 | |
|-------------|--------------------|-------------|-----|
| G 02 B 6/00 | 331 | G 02 B 6/00 | 331 |
| F 21 V 8/00 | 601 | F 21 V 8/00 | M |

Request for examination: pending

Number of requested claims: 3 OL

Application number: No. H 9-266771

Application date: Sep. 30, 1997

Applicant: Minnesota Mining and Manufacturing Co.

3M Center St. Paul, MN 55144-1000, U.S.

Inventor: Koichi Sano

Sumitomo 3M Co. Ltd., 3-8-8, Minami-Hashimoto, Sagamihara-shi, Kanagawa,
Japan

Inventor: Takashi Harada

Sumitomo 3M Co. Ltd., 3-8-8, Minami-Hashimoto, Sagamihara-shi, Kanagawa,
Japan

Assigned representative: Yasushi Aoyama, patent attorney (and 2 others)

Detailed report

(Name of invention)

light emitting element, and lighting equipment which uses the same

Abstract

(Object)

This invention is a large area flat lighting equipment with uniform luminosity made by joining multiple flat light emitting units which does not use a fluorescent tube.

(Constitution)

This invention is a flat light emitting unit which uses optical fibers and a light leaking step. The input end of the optical fiber is connected to outside. The output end is connected to outside.

Sphere of patent request

(Claim 1)

Claim 1 is concerning a light emitting unit which has the following characteristic:
A light-emitting unit consists of:

An enclosure (1) which has at least one light emitting surface (11) and a housing (100) which forms a transparent space (10) limiting the light-emitting surface (11),

A light emitting body (20) which contains at least one optical fiber (2) inside the transparent space (10) of the enclosure (1) and a light-leaking step (4) which leaks the light supplied to the optical fiber (2) from the side of the optical fiber (2) into the transparent space (10),

a uniformity step (3) that exists in the transparent space (10) side of the light emitting surface (11) which produces uniform luminosity along the entire area of the light-emitting surface (11) when light leaked from the light emitting body (20) to transparent space (10) is discharged from the light-emitting surface (11) to the outside of the enclosure,

an optical fiber (2) of the light emitting body (20) with an input end (21) on one end of the optical fiber (2) that is connected to the outside of the enclosure (1), an output end (22) on the other end of the optical fiber (2) and is connected to outside of the enclosure (1).

the light leaking step (4) is arranged along the lengthwise direction of the optical fiber (2) at one portion of the spherical surface of the optical fiber (2) of the light emitting body.

(Claim 2)

Claim 2 is concerning the light-emitting unit in claim 1 which has the following characteristics. Inside the transparent space (10) of the enclosure (1), in addition to the light emitting body (20), there is at least one optical fiber without a light leaking step which forms a transparent body. This optical fiber has an input end and an output end connected to the outside of the enclosure.

(Claim 3)

Claim 3 is concerning lighting equipment which consists of a lighting body and an external light source. In detail, it consists of multiple light-emitting units in claim 1. This lighting body is formed by connecting the output end of one unit and the input end of another unit to each other so that transmission will be possible between at least one optical fiber of each light emitting unit and at least one optical fiber of the next light emitting unit. The external light source supplies light to the lighting body.

In this lighting equipment, one of the multiple light emitting units functions as a light receiving and emitting unit where light is directly supplied from the light source. An optical fiber of light emitting unit other than the light receiving and emitting unit is arranged to supply light to the next light emitting unit next.

Detailed explanation of the invention

[0001]

This invention is concerning light emitting unit which is suitable for purpose such as an internally illuminated display for road signs, billboards, etc., or a relatively large flat lighting equipment which is placed on a flat surface indoors or outdoor such as a

ceiling, floor, or wall. It is also concerning lighting equipment which is consists of multiple numbers of the light-emitting units.

[0002]

(Prior art)

A planar light-emitting body which emits uniform light from the entire light emitting surface is discussed in, for example, Japan patents No. H 5-224020, No. H 7-5326.

[0003] The planar light emitting body disclosed in these publicized reports has the following overall structure. That is, it is a planar light emitting body which consists of the following:

- 1: an enclosure which has a transparent space and at least one light emitting surface
- 2: a light emitting light source which is placed inside the transparent space of the enclosure and radiates light inside the transparent space,
- 3: a uniformity step which acquires uniform luminosity along the entire light emitting surface when light irradiated inside the transparent space is radiated from light emitting surface to the outside

[0004] The enclosure is normally a rectangular parallelepiped. The side with the largest area is usually the light emitting surface. The light source is usually a linear light source such as a fluorescent tube, cold cathode tube, etc. It emits light uniformly in the radial and linear directions.

[0005] When a linear light source is used, it is placed parallel to the light emitting surface. It is usually near parallel side plates counter to the light emitting surface or near one of four side plates which intersect the light emitting surface. In order to make luminosity on the light emitting surface uniform, it is normally placed parallel to one side plate. For instance, when it is placed near a side plate, it is placed parallel to both the intersecting side plate and light emitting surface. There is usually one linear light source, but there are cases in which multiple linear light sources are used. In addition, the side plate near the linear light source is usually a U shaped reflector.

[0006] Luminosity on the light emitting surface is usually the brightest close to the light source, and it gets darker farther from the light source. Accordingly, in order to acquire uniform luminosity along the entire light emitting surface, it is necessary to use a light unification step.

[0007] In the planar light emitting body disclosed in the above publicized report, the light unification step consists of a laminated body containing a prism film and white and semi-opaque diffuse transmission sheet. It is placed so that light from the linear light source is transmitted through the laminated body to the light emitting surface. A prism film is usually made of transparent resin, and multiple tiny prisms are parallel to each other. An example of this prism film is "TRAF-II" manufactured by 3M Co.

[0008]

(Problem that this invention tries to solve)

The planar light emitting body which uses the above linear light source has a light emitting surface which uniformly emits light. It is especially useful as a transparent plate for a back light which illuminates a liquid crystal from the back side and makes it visible. These planar light emitting bodies include light sources in each of them, and charging of

light source has to be performed for every light emitting body. For instance, even when multiple planar light emitting bodies are combined into a large illuminating body, there is a light source at every light emitting unit. Burnt out sources (fluorescent tube or cold cathode tube) must be exchanged one at a time.

[0009] When these fluorescent tubes or cold cathode tubes are changed, it is necessary to open, close, or disassemble the enclosure. In order to prevent foreign substance such as dust from coming in, the enclosure should remain closed as much as possible. Dirt in the enclosure reduces luminosity or uniformity.

[0010] The use of optical fibers has been suggested as light sources for the planar light emitting body. Light from an external source is supplied to the optical fiber and light comes out from the top end of the optical fiber outside the enclosure. This planar light emitting body is also designed as individual units.

[0011] Former planar light emitting bodies are all designed with individual emitters, and the multiple light emitting units are not combined for use.

[0012] That is, the object of this invention is to offer a light emitting unit with the following features which functions as a planar light emitting body. In this unit, a light source can be exchanged without opening the enclosure. Even in the case when a flat illuminating device is placed on a flat indoor or outdoor surface by combining multiple units, exchanging individual units is not necessary. Not only that, relatively large lighting equipment which emits light uniformly can be formed easily.

[0013]

(Steps for solution)

In order to attain the above object, this invention offers a light emitting unit which has the following characteristic: This light-emitting unit consists of:

An enclosure (1) which has at least one light emitting surface (11) and a housing (100) which forms a transparent space (10) limiting the light-emitting surface (11),

A light emitting body (20) which contains at least one optical fiber (2) placed inside the transparent space (10) of the enclosure (1) and a light-leaking step (4) which leaks the light supplied to the optical fiber (2) from the side of the optical fiber (2) to the transparent space (10),

A uniformity step (3) that exists on the transparent space (10) side of the light emitting surface (11) which produces uniform luminosity of discharged light along the entire area of the light-emitting surface (11) when light is leaked from the light emitting body (20) to the transparent space (10) is discharged from the light-emitting surface (11) to the outside.

[0014] The optical fiber (2) of the light emitting body (20) has an input end (21) which is positioned on one end of the optical fiber (2) and is connected to the outside of the enclosure (1), an output end (22) which is positioned on the other end of the optical fiber (2) and is connected to the outside of the enclosure (1).

The light leaking step (4) is arranged along the lengthwise direction of the optical fiber (2) at one portion of the spherical surface of the optical fiber (2) of the light emitting body.

[0015]

(Function)

Since the light emitting unit of this invention consists of an optical fiber, a light source which supplies light to the optical fiber that can be placed outside the enclosure, a burnt out light source can be exchanged without opening the enclosure.

[0016] The light emitting unit of this invention has i) and ii) as characteristics. That is, [0017] i) the optical fiber of the light emitting body has an input end which is positioned on one end of optical fiber and is connected to the outside of the enclosure, an output end which is positioned on the other end of the optical fiber and is connected to the outside of the enclosure. Also,

ii) a linear light emitting body placed inside the transparent space in the enclosure which consists of at least one optical fiber and a light leaking step which leaks light supplied to the optical fiber from the side of the optical fiber to the inside of the transparent space. This light leaking step is arranged along the lengthwise direction of the fiber on one part of the spherical surface of the optical fiber of the light emitting body.

[0018] According to the construction i) above, even when the flat illuminating device is placed on a flat indoor or outdoor surface, each unit does not have to be changed individually. With multiple light emitting units, the output end of one unit and input end of another unit can be connected to each other so that light is transmitted between at least one optical fiber of each light emitting unit and at least one optical fiber of the next light emitting unit. It is possible to emit light from multiple units with one outside light source. At this point, one of the light emitting units functions as a light receiving and emitting unit where light is directly supplied from the light source. Optical fibers of light emitting units other than the light receiving and emitting unit are placed so that light is supplied through the connected optical fiber so that light can be transmitted to the neighboring light emitting unit.

[0019] In general, most of the light injected from one end of the optical fiber passes through the fiber without leaking or without hitting the side of the fiber or it is repeatedly reflected by the inner surface of the fiber. After it reaches the output end, it leaves the fiber for the first time. "Light leaking step" in ii) above partially prevents such total reflection and enables light leakage from the side (spherical surface) of the fiber. For example, when the light leakage step is a diffuse reflective film which is tightly bonded to the outer spherical surface of the optical fiber, most of the light that reaches the diffuse reflective film (inner spherical surface of the optical fiber) undergoes diffuse reflection there. Light which has been diffused and reflected progresses toward the side of the optical fiber opposite the part where the diffuse reflective film has been tightly bonded, and it is transmitted through the side of the optical fiber, and it leaks. Light, which is reflected only on the inner spherical surface of the fiber where there is no diffuse reflective film (light leaking step) repeats total reflection, and it can reach the output end without leaking. In other words, more light leaks in the area where the diffuse reflective surface is tightly bonded.

[0020] The light leakage step is placed along the lengthwise direction of the optical fiber only on one part of the outer spherical surface of the optical fiber. Therefore, light leakage from the optical fiber is uniformly generated along the lengthwise direction. A light emitting body which contains such optical fiber functions as a linear light source similar to a fluorescent tube or cold cathode tube. Accordingly, a light emitting unit which has a light emitting surface which emits light uniformly similar to the former

planar light emitting body can be constructed just by replacing the former linear light source such as a fluorescent tube with a light emitting body which contains the above optical fiber,. By combining multiple such units effectively, it is possible to form relatively large lighting equipment that emits light uniformly.

[0021] When a relatively large picture is formed by combining multiple numbers of such units, although part of the light supplied to the optical fiber of the light emitting body is leaked, the light leaking step is corrected so that most of the light will be output from the output end to the next optical fiber. For example, when the light leaking step is a diffuse reflective film, the width and/or placement of this film can be adjusted film (for instance, a discontinuous pattern such as dots), the amount of light leaking can be controlled easily.

[0022] Meanwhile, the light emitting unit should contain an optical fiber for transmission with no light leaking step in addition to an optical fiber which functions as a light emitting body. By using a light transmitting body, light can be supplied to units that are far from the light source with hardly any drop in efficiency. This makes attaining uniform luminosity at every unit extremely easy.

[0023]

(Examples of this invention)

(Light emitting unit) One good example of the light emitting unit of this invention is explained using figures 1 to 3.

[0024] Figure 1 is a cross section of a light-emitting unit of this invention showing the internal parts. Figure 2 is section A-A' of figure 1; figure 3 is section B-B'.

[0025] The enclosure (1) consists of a plate (5) and housing (100). The space formed is a transparent space (10). The enclosure (1) consists of the following six parts: 1) plate (5) which forms the light emitting surface; 2) bottom plate (103) placed parallel to the plate (5) at a certain distance from the plate (5); 3) two fiber supporting plates (101a, 101b) going through the plate (5) having holes for supporting the optical fibers (2); 4) two side plates (104a, 104b) that are placed along the direction going through with the support plates (101a, 101b). The space surrounded by these parts is the transparent space (10). Accordingly, the housing (100) consists of a bottom plate (103), two fiber supporting plates (101a, 101b), and two side plates (104a, 104b). Plate (5) consists of a prism film (30) and non-color and transparent support plate (51) and a diffuse transmission sheet (31). The invention surface (11) especially shows the surface of plate (5).

[0026] The inner surface of this enclosure (1) (that is, the inner surface of the transparent space) should be coated with highly reflective material. This improves the luminosity of the light emitting surface. Suitable reflective materials include, for example, metal foil or a vapor deposited metal coating. Also, to prevent a loss in reflectivity due to corrosion of the reflective surface, when metal is not used, it is possible to use a dielectric reflective film which consists of two kinds of organic polymer thin films with different refractive indices alternately or a coating containing white pigment and polymer as the reflective material.

[0027] Inside the transparent space (10), there is a light emitting body (20) which contains at least one optical fiber (2) and a light leaking step (4) which leaks light supplied to the optical fiber (2) from the side of optical fiber (2) to the inside of the transparent space (10). The light emitting body (20) should be placed near one side plate

(104a). The light leaking step (4) is a diffuse reflective film (may be called “diffuse reflective film” in the following) that is placed along the lengthwise direction of the optical fiber on one part of the outer spherical surface of the optical fiber (2). Details of this diffuse reflective film are explained in more detail later.

[0028] In the figure, as above, the light emitting surface (11) is the surface of plate (5), and plate (5) is a laminated body which consists of a prism film (30) and non-color and transparent supporting plate (51) and a diffuse transmission sheet (31). Plate (5) also functions as a collimator (3) as well. The prism film (30) and diffuse transmission sheet (31) function effectively to unify the light. The support plate (51) is used to improving the mechanical strength of plate (5). However, it is not necessary to use a support plate (51) when the laminated body consisting of prism film (30) and diffuse transmission sheet (31) has sufficient thickness or mechanical strength.

[0029] Meanwhile, in the figure, a light leaking step (4) is placed as on the fiber (2) toward the opposite side plate (104b). The side plates (104a, 104b) are curved along the lengthwise direction of the fiber (2), and it is convex toward the outside of the enclosure. In addition, the inner sides of both side plates are mirror surfaces. With this construction, luminosity loss in the light-emitting surface (11) near the side plate (104b), that is, farthest from the light emitting body (20), can be prevented.

[0030] The optical fiber (2) has an input end (21) on one end of the optical fiber (2) which is connected outside the enclosure (1), an output end (22) on the other end of the optical fiber (2) connected to the outside of the enclosure (1). The input end (21) introduces light from outside the unit (for instance, from a light source) to the inside of the optical fiber (2). Part of the light introduced inside the fiber leaks inside the transparent space of the unit due to the light leaking step (4), and most of the remaining light exits from the output end (22). At this point, if the output end (22) and input end of the optical fiber of the next light emitting unit are tightly bonded, transmission becomes possible between both optical fibers.

[0031] Bonding methods for optical fibers include a method which uses transparent resin or transparent adhesive which has almost the same refractive index as the optical fiber. When the optical fiber consists of plastic, it can be melted and bonded by heating or ultrasound. For example, when the optical fiber is acryl bases resin, it can be bonded using acryl based adhesive or bonded thermally at 100 to 250°C. When the optical fiber is plastic, they can be connected well enough just by compressing the ends of the fibers against each other.

[0032] Furthermore, since this connection can be done easily, as shown in figure 14, it is suitable to arrange a fiber support part (12) which inserting holes (102a, 102b) where the fiber (2) is inserted on the fiber support plate (101a, 101b) of the enclosure (inserting holes 102b are not shown in the figure). However, the holes penetrate the fiber support part 101b as well as the inserting hole 102a). For instance, when the input end (21) is bent from the fiber support plate (101a) to the inside (transparent space 10) along the lengthwise direction of the inserting hole (102a), the fiber (2) is fixed to the fiber support part (12). By this, the receiver near the output end of the optical fiber can be connected inside the insertion hole (102a). Meanwhile, the part near the output end (22) of the optical fiber (2) fixes the fiber (2) to the fiber support so that it protrudes from the fiber support plate (101b) to the outside along the lengthwise direction of the inserting hole. The protruded part of the fiber (2) is connected to the receiver near the input end of the

optical fiber of the next unit. The optical fibers of two adjacent units are connected so that transmission will be possible between them. The fiber support part (12) can be omitted if the fiber support plate (101a, 101b) is sufficiently thick as shown in figure 15. It is possible to form the receiver above inside the inserting hole arranged directly on the fiber supporting plate. The length of the insertion hole (measurement along the lengthwise direction of the fiber) is normally within the range of 5 to 50 mm. The length of the fiber receiver inside the insertion hole is normally within the range of 2 to 40 mm.

[0033] The optical fiber can be fixed inside the fiber support or hole in the fiber support plate by the following methods (I) a method which bonds with transparent resin or transparent adhesive which has almost same refractive index as the optical fiber; (II) method which melts and bonds with heating or ultrasound when the optical fiber and fiber support part (or fiber supporting plate) both consist of plastic; (III) as shown in figure 10, a method which uses clad materials (6a, 6b) that cover the optical fiber. In the method shown in figure 10, the input end (21a) of the optical fiber (2a) of one side unit is bent inside the inserting hole along the thickness direction of the support plate (101a), and the end of the clad material (6a) which cover the fiber is lined up with the outside of the support plate (101a). The output end (22b) of the optical fiber (2b) of the other unit protrudes from the inserting hole along the thickness direction of the support plate (101b), and the end of the clad material (6b) which covers the fiber is lined up with the outside of the support plate (101a). The fibers (2a, 2b) of the two units are connected using one of the methods above by inserting the optical fiber (2b) of the other unit into the part where there is no optical fiber (2a) of the clad material (6a). At this point, the clad material should be fixed with adhesive inside the inserting hole of the fiber supporting plate.

[0034] (Enclosure)

Each part of the enclosure (1) is usually formed from a plastic such as acryl, polycarbonate, ABS, polyester, polyolefin, polyvinyl chloride; a metal such as stainless steel, aluminum; glass; wood; fiber board, etc. However, the light-emitting surface (11) has to be transparent. Also, in order to color light from the light emitting surface, it is possible to color the part (such as the plate) which forms the light emitting surface. For example, when the plate contains a transparent support as in the above, it is possible to form this support plate from colored transparent material.

[0035] The enclosure (1) can be manufactured by, for example, preparing each part individually and bonding them to each other.

[0036] The shape of the enclosure is not restricted to the one shown in figure 1 as long as it does not damage the effects of this invention. For instance, only the side plate (104a) positioned near the light emitting body can be curved and the side plate (104b) far from the light-emitting body can be flat (figure 4); or a product which has a rectangular parallelepiped shape can be used. The plate (5) which forms the light-emitting surface (11) can be a parallelogram such as a diamond shape or trapezoid. Also, instead of using plate (5) as the output side, the side plate (104b) far from the light emitting body or the bottom plate (10) may form the light-emitting surface. In such cases, the prism film, diffuse transmitting sheet, etc, can be placed either close to or tightly bonded to the side plate (104b) or bottom plate (103). In addition, it is possible that any or all three - plate (5), side plate (104b), and bottom plate (103) may have light-emitting surfaces.

[0037] The thickness of the sides of the enclosure (1) is decided appropriately depending on the material or role of each part. For example, plate (5) or bottom plate (103) has a relatively wide area and it is always exposed when the light-emitting surface is formed. Therefore, it should be as thick as possible in order to increase mechanical strength. However, if it is too thick, the unit will be too heavy, and it will be hard to handle. Also, it may cause a drop in luminosity on the light emitting surface. Because of this, the thickness of these parts is normally within the range of 0.5 to 30 mm, preferably 1 to 20 mm. Also, when the fiber receiving part is formed inside the insertion hole which has been directly set up on the fiber supporting plate, it is better if it is thick. Since the side plate does not require such high mechanical strength compared to other parts, it is possible to make it thin. It is normally within the range of 0.1 to 30 mm, preferably 0.5 to 20 mm.

[0038] Meanwhile, the height (distance between the outside surface of the plate and the outside surface of the bottom plate) of the enclosure is chosen appropriately depending on the diameter, placement, and number of optical fibers placed inside. It is better to be as thin as possible for light weight. Accordingly, it is normally within the range of 2 to 30 cm, preferably 3 to 20 cm, especially 5 to 15 cm range. The flat light-emitting surface (11) is normally within the range of 20 cm x 20 cm to 200 cm x 200 cm, preferably 25 cm x 25 cm to 100 cm x 100 cm when the light emitting surface is square. If it is too big, the device is too heavy. On the other hand, if it is too small, too many units are required when a relatively large device is constructed, and installation and maintenance will be inefficient. When the light-emitting surface is not square, its area should be within the range above (400 to 40,000 cm²).

[0039]

(Light unifying step)

As shown in figure 1, a transparent laminated body which consists of a prism film (30) and diffuse transmitting sheet (31) is the light unifying step. The prism surface of the prism film (30) is placed toward the inside of the transparent space, and multiple tiny prisms are placed parallel to the optical fiber (light emitting body). The surface opposite from the prism surface is a flat smooth surface. In the figure, the prism film (30) is placed parallel to the light emitting surface. However, as shown in figure (5), further from the light-emitting body (2a), it can be curved from the light-emitting surface. Such placement prevents drop of luminosity on the light-emitting surface at positions far from the light-emitting body when the distance between two side plates (104a, 104b) is large.

[0040] The top angle of the tiny prisms is normally within the range of 65 to 115 degrees. The prism film can be a product such as "TRAF", "TRAF-11", "OLF", "BEF" manufactured by 3M.

[0041] Also, the shape of the prisms is not restricted to triangular sections as shown in the figure. It is possible to use products where the section is a half-circle or arc or a product with a rounded top angle. In addition, the prisms can include different shapes and/or different sizes. It is also possible to place the prism surface toward the diffuse transmitting sheet or to combine multiple prism films.

[0042] The diffuse transmitting sheet (3) is, for example, a film which consists of plastic or glass which has been processed into a rough surface or resin with inorganic pigment or polymer. The transmissivity of the diffuse transmitting sheet (31) is normally within the range of 10 to 70 %, preferably 20 to 60 %. If transmissivity is too high, the luminosity

of the light emitting surface cannot be uniform. On the other hand, if it is too low, luminosity may drop.

[0043] The light unifying step can also include, for instance, a diffuse reflective sheet placed on the surface of the bottom plate (transparent space side), prism film, multiple diffuse reflection projections in dots formed on the surface of the bottom plate in addition to combinations of the above prism films (30) and diffuse transmission sheets (31). It is also possible to omit the laminated prism film and diffuse transmission sheet using nonwoven fabric only. In this case, the horizontal surface area of the nonwoven fabric should be almost equal to the light-emitting surface area.

[0044]

(Light emitting body)

The light emitting body (20) includes optical fibers (2) and a light-shielding step (4).

[0045] The optical fiber (2) is formed from material which has transparency where light from one end can be transmitted to the other end, for instance, materials with 1.3 to 2.0 refractive index. As such materials, for example, there are quartz glass, optical glass, plastic, etc.

[0046] The optical fiber (2) can be a solid fiber formed from the above transparent material or a liquid sealed type fiber where liquid with relatively high refractive index such as silicon gel is sealed in a flexible plastic tube, etc. In the case of the solid fiber, in order to prevent soiling, it is normally coated with clad material. The clad material is formed from transparent material which has a refractive index that is less than the refractive index of the core.

[0047] Plastic material for the optical fiber is formed from a transparent polymer such as acryl based polymer, polymethyl pentene, ethylene-vinyl acetate co-polymer, polyvinyl chloride, vinyl acetate-vinyl chloride copolymer, etc. The refractive index of the plastic is normally 1.3 to 1.9; transmissivity is normally at least 80 % or higher. Also, in order to add mechanical strength sufficient to the optical fiber itself, the polymer can be cross-linked.

[0048] A manufacturing method for a solid optical fiber is going to be explained next using an acryl base fiber as an example.

[0049] First, the acryl monomer (mixture) is filled in a tube which is extended in the lengthwise direction and has an opening on at least one end. Next, the mixture is heated above the reaction temperature so that the reaction will occur in order from the other end of the tube to the open end. That is, the heat source is moved from other end to the open end. This reaction is done while compressing the mixture using gas pressure. After heating up to the open end is finished, in order to complete the reaction completely, the entire tube should be heated for several more hours.

[0050] Suitable acryl monomers for optical fibers include, for example, (i) (meth)acrylate where T_g of the homo polymer is higher than 0°C (such as n-butyl methacrylate, methyl methacrylate, methyl acrylate, 2-hydroxy ethyl methacrylate, n-propyl methacrylate, phenyl methacrylate, etc.) or (ii) (meth)acrylate where T_g of the homopolymer is less than 0°C (such as 2-ethyl hexyl methacrylate, ethyl acrylate, tridecyl acrylate, dodecyl methacrylate, etc.), or a mixture of (i) and (ii). When a mixture is used, the weight ratio of (meth)acrylate (H) of (i) and (meth)acrylate (L) of (ii) is normally within the range of 15:85 to 60:40. A crosslinking agent such as a polyfunctional monomer such as diallyl

phthalate, triethylene glycol di(meth)acrylate, diethylene glycol di(meth)acrylate, diethylene glycol bis allyl carbonate, etc., can be added to the above mixture.

[0051] The acryl based optical fiber formed by this method can be uniform from one end to the other in the lengthwise direction, and it has good transmissivity and mechanical strength sufficient for the optical fiber itself. Therefore it is especially suitable for connecting multiple numbers of light-emitting units and constructing relatively large lighting equipment.

[0052] The tube used in the above manufacturing method can be a fluoro polymer such as tetrafluoro ethylene – hexafluoro propylene co-polymer (FEP). That is because, in this case, after the reaction is completed, it can be used as it is as a protective material (clad material) for the optical fiber without the optical fiber. This manufacturing method for a flexible optical fiber has been disclosed in Japan patent No. S 63-19604, etc.

[0053] The fiber cross section can be any kind as long as it maintains flexibility of the optical fiber and does not damage the effects of this invention. For example, it can be a circle, oval, half-circle, or an arc larger than a half circle. The diameter of the optical fiber is normally within the range of 8 to 40 mm, preferably 10 to 30 mm when the section is circular.

[0054] Meanwhile, the following products can be used as the light leaking step:

[I] a diffuse reflective film which is tightly bonded to the outer spherical surface of the optical fiber,

[II] a diffuse reflective part which is formed by roughening the outer spherical surface of the optical fiber

[III] multiple straight scratches on the outer spherical surface of the optical fiber along the lengthwise direction

[0055] The diffuse reflective can be:

[a] a resin film which contains a dispersion of diffuse particles

[b] an adhesive film which consists of a diffuse transparent or diffuse reflective (opaque) substrate, a transparent adhesive which tightly bonds the substrate to the fiber spherical surface

[c] adhesive film consisting of a transparent adhesive where the bonded surface has a textured adhesive layer.

[0056] Diffuse reflective particles are, for example, white inorganic powder which has a refractive index in the 1.5 to 3.0 range. Examples include barium sulfate (refractive index: 1.51), magnesia (refractive index: 1.8), titania (refractive index: 2.6). Also, the resin which forms the diffuse reflective can be a transparent resin which has a refractive index higher than the optical fiber material and also is different from the diffuse reflective particles. Such resin includes acryl based resin, silicon based resin, polystyrene based resin, polyolefin based resin, etc. The ratio of resin and diffuse reflective particles is normally per 100 wt. parts of particles, the resin has a pigment which colors white light supplied to the fiber.

[0057] The diffuse reflective film can be formed easily by coating a dispersion of the above resin and diffuse reflective particles. For instance, it can be formed by applying the dispersion on the outer spherical surface of the fiber directly or transcribing the above coating onto a temporary substrate on the surface of outer spherical surface of fiber, etc.

When the transcription method is used, if a tacky agent is contained in the resin, transcription can be done easily.

[0058] The dispersion solution can be prepared using a device such as a sand mill, kneader, roll mill, planetary mixer, etc. Coating can be done using a device such as a roll coater, knife coater, bar coater, dye coater, etc.

[0059] The thickness of the diffuse reflective film is normally in the range of 1 to 2,000 μm , preferably 5 to 1,000 μm , more preferably 10 to 800 μm . If the film is too thin, the amount of light leaked from the fiber is reduced, and the luminosity of the light-emitting surface may drop. On the other hand, if it is too thick, flexibility drops, and the reflective film may be damaged.

[0060] The width of the diffuse reflective film (measured in the lengthwise direction) depends on the amount of light to be leaked. However, it is normally within the range of 1 to 35 mm. The diffuse reflective film consists of one or multiple stripe shaped films that are placed along the lengthwise direction of fiber. The diffuse reflective film can be either continuous or discontinuous in the lengthwise direction. When it is discontinuous, it is possible to vary the spacing in the lengthwise direction of the diffuse reflective film. It can also be formed into a “barcode with same distance between” where many thin borders long in the direction of width and are equal in length are placed with an equal space between them. It can also be a diffuse reflective film formed by printed dots.

[0061] Light reflected by the diffuse reflective film is reflected most strongly toward the inner spherical surface of the fiber counter to the diffuse reflective film. Most of the light is leaked and is used for light emission of the unit. Meanwhile, transparent diffuse reflective film can be also used. In this case, the component of light which is leaked is transmitted through the diffuse reflective film. However, in order to increase the directional feature of light and make it easy for the unifying step, placement, spacing, etc., the transmissivity of the diffuse reflective film should be lower (for example, 30 % or less).

[0062] As long as it does not damage the effects of this invention, the diffuse reflective film can contain various additives in addition to the above materials. Additives are cross-linking agents, UV absorbing agents, thermal stabilizers, surfactants, plasticizers, antioxidants, mold-preventing agents, coloring material, light-storing material, tackiness adding material, etc. For colored materials, in addition to conventional pigments or dyes, fluorescent dye or pigment can also be used.

[0063]

(Lighting equipment)

By combining multiple light emitting units of this invention, relatively large lighting equipment can be formed. Such lighting equipment can be used for, for example, lighting equipment for road signs, advertisements, etc. In this case, the lighting surface (light emitting surface) can be covered by a transparent display sheet such as signs or advertisement, and it can be designed for night use also. The transparent display sheet can be a transparent or semi-transparent prism type retro-reflective sheet.

[0064] It can be used as a flat illuminating device which has a relatively large illuminating surface that is placed on a flat indoor or outdoor surface such as a ceiling, floor, or wall. In this case, for example, the illuminating equipment shown in figure 6 or 8 (details are omitted) is placed by bonding the flat outdoor or indoor surface and the bottom plate of the light-emitting unit so that the light emitting surface (illuminated surface) can be seen by the observer. The external light source should be hidden from the observer. In addition, a wide illuminated surface can be formed by combining multiple

light emitting units. Therefore, it can be used to form large lighting devices such as ones which cover an entire outdoor or indoor surface.

[0065] The lighting equipment above can be formed easily by combining an external light source and multiple light emitting units of this invention as follows. For example, multiple light emitting units are placed following a predetermined placement method. An external light source is connected so that light is supplied to the input end of the optical fiber. For example, as shown in figure 7-b, a light path (203) consisting of the optical fiber is placed between the external light source (200) and input end (201) of the optical fiber of the light emitting unit. The output end of the optical fiber in the light path and input end of the optical fiber of the light emitting unit are connected so that transmission will be possible between fibers. Through the light path, light from the source is supplied to the optical fibers of the light receiving and emitting units. Figure 7 will be explained later.

[0066] The light source can be a high luminosity lamp such as xenon lamp, halogen lamp, flash lamp, etc. Power consumption is normally 10 to 500 W. The lamp is normally placed inside a container with a reflector. The light source can be not only white but also colored. For instance, light emitted from a lamp can be supplied to the light receiving and emitting unit through a color filter.

[0067] The placement method in figure 6 can be used for the light emitting unit, for example. Figure 6-b is one where the light emitting unit is flat. Figure 6-a shows only the optical fibers. The light emitting unit shown in the figure consists of a rectangular parallelepiped enclosure, three optical fibers placed as figure 10-b parallel to the side plate near one side plate within the transparent space of the enclosure. The 1st unit (1a) contains three optical fibers, and the light leaking step (4a) is placed only on one of these. That is, the optical fiber with the light shielding step (4a) constitutes the light-emitting body. The two remaining constitute the light transport body. The 2nd unit (1b) contains two optical fibers. A light shielding step (4b) is placed only on one of them. That is, the optical fiber with the light-shielding step (4b) constitutes the light emitting body, and the remaining fiber constitutes the light transport body. The two transport fibers in the 1st unit (1a) and two optical fibers of the 2nd unit (1b) are connected as follows: the output end of optical fiber of the 1st unit and input end of the two fibers of the 2nd unit are connected to each other so that light can be transported from the 1st unit (1a) to the 2nd unit (1b). The 3rd unit (1c) contains only one optical fiber, and a light-shielding step (4c) is placed on the fiber. That is, the 3rd unit (1c) does not contain a light transport body. The light transportation fiber of the 2nd unit (1b) and light transport fiber of the 3rd unit (1c) are connected as follows: the output end of the light transport optical fiber of the 2nd unit and the input end of the light emitting optical fiber of the 3rd unit are connected so that light transport is possible from the 2nd unit (1b) to the 3rd unit (1c).

[0068] In other words, the 1st unit (1a) functions as a light receiving and emitting unit. In the other light emitting units (1b, 1c), light is supplied through the light transport optical fiber placed close to the outside light source (200) next to each other.

[0069] Multiple light emitting units placed are arranged so that the light emitting surface (11) of each unit will be positioned on the same flat surface to make an illuminating body with an illuminating surface that consists of the light emitting surfaces of these units. By connecting the illuminating body and external light source, the lighting equipment of this invention can be illuminated. In addition to the case where three units are used as in the

above, as shown in figure 8, it is possible to make larger lighting equipment by combining 9 light emitting units per 1 light source. Also, in the 3rd unit shown in figure 6, the end of the light path should be terminated with a reflective material to prevent leaks. This makes optimum use of light supplied to the final unit. This termination can be made from the reflective materials above.

[0070] In the example consists of three unit above, light emitting units which contain different numbers of optical fibers are used. However, all units may contain the same number (three) of fibers. In this case, only one of the three optical fibers in each unit is adopted as a light emitting body. However, in each unit, the optical used as a light emitting body unit is placed in a different position. In each unit, the output end of the light emitting fiber does not have to be connected to the input end of the next fiber.

Accordingly, in order to increase luminosity of the light emitting body, a reflector should be placed at the output end of the light emitting fiber.

[0071] The numbers of optical fibers placed in one unit is not restricted to three. Figure 10 shows the placement of optical fibers of a model unit. As shown in figure 10; 2, 3, 4, 6, or any other numbers of fibers are possible. The number of optical fibers used as the light emitting body is not restricted to one; and two or more can be used as long as it does not damage the effects of this invention.

[0072] Furthermore, the light emitting unit can be placed, in addition to near the side plate as above, as shown in figure 11, close to the bottom plate. In the figure, the optical fiber is placed in almost in the center of the width of the bottom plate parallel to the side wall. In this case, a reflective plate (or prism film) should be placed along two side plates as the unifying step, in addition to the laminated body which contains the prism film (30) and the diffuse transmitting sheet (31) as shown in the figure.

[0073] Meanwhile, each unit can contain an optical fiber which works as both the light emitting body and light transport body. For instance, as shown in figure 9, multiple light emitting units (three in the figure) are placed along the lengthwise direction of the fiber the same as the above example. At this point, in the 1st unit (1a) which functions as a light receiving and emitting unit, the width of light leaking step (4a) is the narrowest; in the 3rd unit (1c) at the furthest place from light source, the width of the light leaking step (4a) is the widest. In the 2nd unit (1b), the width of the light leaking step (4b) is between these values. By this, the optical fiber in the 1st unit transports more light to the 2nd unit than the amount of light leaked inside the transparent space. The necessary amount of light is supplied to the 2nd and 3rd units. Only light that has not been consumed by emission in the 1st and 2nd unit reaches the 3rd unit. The light leaking step can be widened as much as possible in the 3rd unit which is farthest from the light source. In this example, the capacity of the optical fiber in the transparent space can be reduced as much as possible. The height of the enclosure (distance between the plate and bottom plate) can be reduced as much as possible, and a thin light emitting unit can be formed.

[0074] In addition, as shown in figure 7, it is possible that one light emitting unit has multiple (three in the figure) light emitting optical fibers. In light emitting unit which has a large light emitting surface (11) as shown in figure 7-a, as indicated in section X-X' (figure 7-b), three optical fibers exist, and a light leaking step (4a, 4b, 4c) is attached to each. Each light leaking step covers a different length. These light leaking steps can partially overlapped each other. With this construction, when the enclosure is relatively

long, difference between the input end and output end can be prevented, and luminosity of the entire light emitting surface can be uniform.

[0075]

(Examples of practice)

This invention is going to be explained in more detail according to examples of practice. However, this invention should not be restricted by these examples of practice.

[0076] First, three light emitting units of the type shown in figure 1 to 3 were formed from the following parts. The 1st unit (light receiving and emitting unit) contained three optical fibers (1 for light emission, 2 for light transportation). The 2nd unit contained two optical fibers (1 for light emission, 1 for light transportation). The 3rd unit contained only one optical fiber for light emission. Placement of each unit was the same as the illuminating body shown in figure 6.

[0077] (1) enclosure : The bottom plate and two fiber support plates were formed from wood with 10 mm thickness. Also, two side plates were placed in a predetermined position by curing a dielectric reflective film with approximately 90 % reflectivity in a U section as shown in the figure. These parts were bonded to each other using adhesive, and part of the enclosure (housing) excluding the plate was formed. The dielectric reflective film above was used to cover the entire inner surface of the bottom plate.

Meanwhile, a plate which consisted of prism film "TRAF-II" manufactured by 3M and transparent reinforced glass with approximately 5 mm thickness and a white semi-opaque acryl plate with approximately 5 mm thickness was prepared. This plate was bonded to the fiber support plate and side plate using adhesive after the light emitting body and light transportation body were placed inside the housing (details will be discussed later). The width of the fiber support plate (distance between plate and bottom plate) was approximately 80 mm, and the area of the plate (light emitting surface) was 30 cm x 30 cm. The distance between the spherical surface of the optical fiber (clad material) closest to bottom plate and bottom plate was approximately 10 mm. Also, if the unit contained multiple fibers, they were placed so that the distance between the fibers (clad material) spherical surface would be approximately 5 mm.

[0078] (2) optical fiber: 1 wt. part of triethylene glycol diethacrylate was added to 100 wt. parts of a monomer which consists of 30 wt. parts of butyl acrylate and 70 wt parts of 2-ethyl hexyl methacrylate as a cross-linking monomer. From this monomer mixture, a solid optical fiber was manufactured by the above manufacturing method (thermally polymerizing monomer inside a tube from one end to the other as disclosed in Japan patent No S 63-19604). The section diameter (circle) was 12.7 mm; refractive index was 1.48. Also, this optical fiber could transport light from one end to the other efficiently without radiating from the outer spherical surface.

[0079] (3) Light emitting body: First, diffuse reflective particles were made from 100 wt parts of titanium dioxide; the transparent polymer was made by mixing 10 wt. parts of polyurethane ("# UR-8700" manufactured by Toyobo, aromatic polyurethane which has a sodium sulfonate group as a hydrophilic functional group) and solvent (methyl ethyl ketone). From this mixture, a pre-dispersion was prepared using a sand mill. Next, a coating was prepared by mixing this pre-dispersion and 300 wt. parts of acryl base tacky agent and applied to a release film and dried. A transcription type tacky film for forming the diffuse reflective film was formed. The tacky agent was an acryl copolymer made by

polymerizing a monomer mixture which has isooctyl acrylate as main component. For the releasing film, a PET film with 50 μm thickness with a silicone release treatment on one side was used. A knife coater was used to apply the coating. After the above tacky film was slit to a 7 mm wide tape, its coated surface was compressed onto the outer spherical surface of the optical fiber along the lengthwise direction. Then the release film was removed and the diffuse reflective film was transcribed. The thickness of this diffuse reflective film was approximately 300 μm , and it had sufficient shielding feature. Finally, the optical fiber was coated with clad made of FEP with approximately 12.7 mm inner diameter, and a light emitting body was formed.

[0080] (4) light transport body: Meanwhile, a light transport body was formed the same as the light emitting body above except that the diffuse reflective film was not applied.

The light source was a 30W halogen lamp with a mirror ("# JCR-30W" manufactured by Iwasaki Denki). The units were connected as shown in figure 7 using three optical fibers.

[0081] Next, the three light emitting units above were connected to each other by fibers between unit using the method shown in figure 12, and an illuminating body was formed. The output end of the optical fiber in the 3rd unit was coated with a the dielectric reflective film above.

[0082] The light source above was connected to the illuminating body, and the lighting equipment of this invention was formed. The units were connected as shown in figure 7

[0083]

(emission of lighting equipment)

Luminosity of each light emitting surface of this lighting equipment was measured using a luminosity meter "T-1H" manufactured by Minolta. The results are shown in figure 13. During the measurement, the lighting equipment was placed so that the illuminating surface (light emitting surface of each unit) faced upward, and the light emitting surface of each unit was divided into 9 areas as shown in the figure. Luminosity approximately 30 cm from the light emitting surface of each divided part upward was measured.

[0084] As is understood from this result, according to this invention, this lighting equipment emitted light uniformly along the entire of light emitting surface of each unit. At the same time, light was emitted uniformly along the light emitting surface of all units (that is, the entire illuminating surface).

(Simple explanation of figures)

Figure 1: partial cross section of a light emitting unit of this invention

Figure 2: section A-A' in figure 1

Figure 3: section B-B' in figure 1

Figure 4: figure which shows that one flat side plate of the housing of the light emitting unit of this invention

Figure 5: prism film in figure 2 that has been curved.

Figure 6: Lighting equipment made by connecting three light emitting units; figure 6-a is a lengthwise section of the optical fiber; figure 6-b is a top view

Figure 7: One light emitting unit with a relatively large area. Figure 7-a is a top view; figure 7-b is a lengthwise section of the optical fiber

Figure 8: Model made by connecting three units in figure 6 type and one light source

Figure 9: Figure where 3 light emitting units are connected and one optical fiber is used as the light emitting body

Figure 10: section which shows the placement of multiple optical fibers

Figure 11: section when the light emitting surface and optical fibers are counter

Figure 12: section which shows the connected part of the light emitting unit

Figure 13: result of intensity measurement of the example of practice

Figure 14: section which shows details of the fiber support in figure 3

Figure 15: section which shows another example of the fiber support in figure 3

(Explanation of symbols)

1: enclosure

2: optical fiber

4: light leaking step

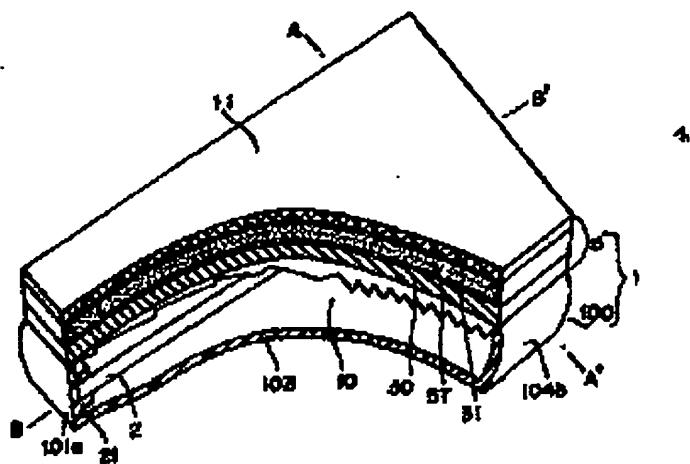
10: transparent space

11: light emitting surface

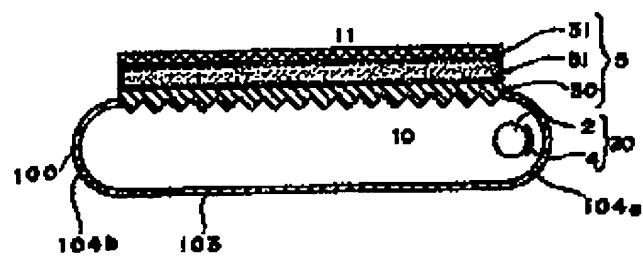
100: housing

200: light source

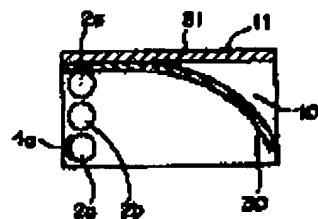
【図1】



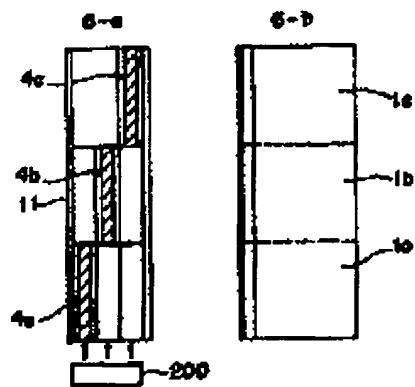
【図2】



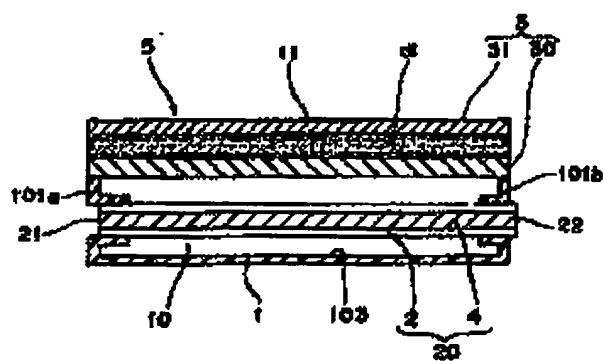
【図5】



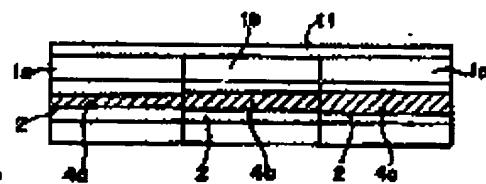
【図6】



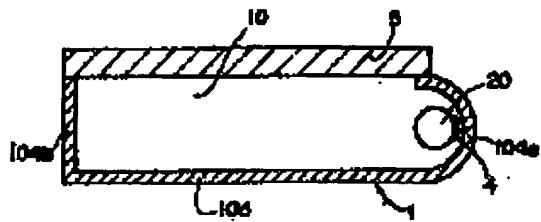
【図3】



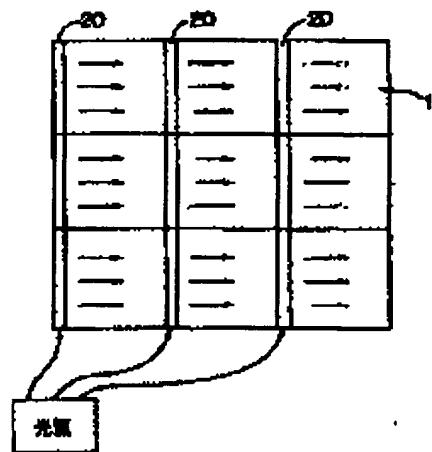
【図9】



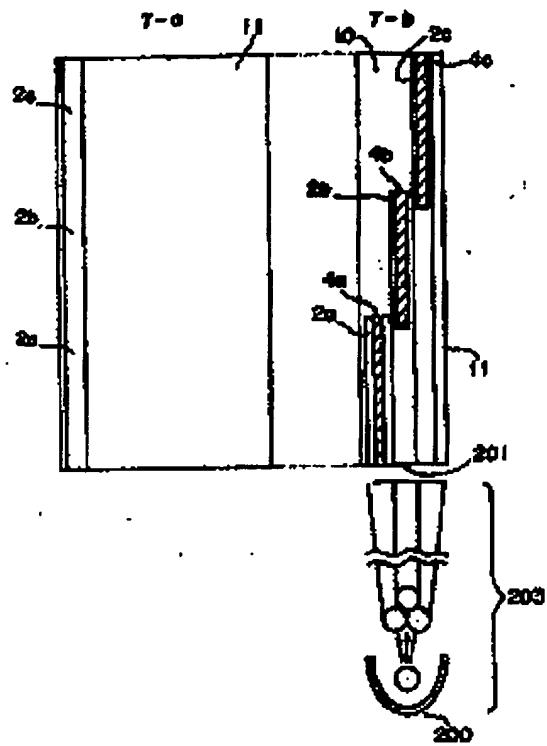
【図4】



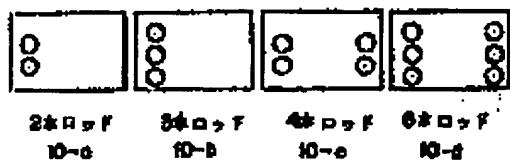
【図8】



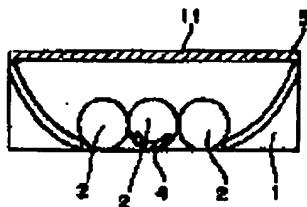
【図7】



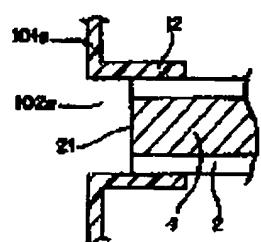
【図10】



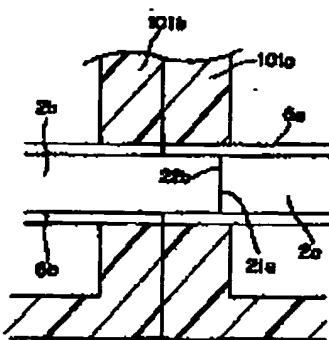
【図11】



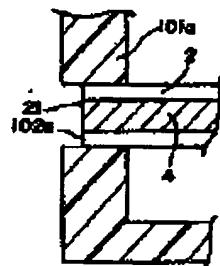
【図14】



【図12】



【図15】



【図13】

| 図1-4ニット | | |
|-------------------------|-----|-----|
| 平均: 303 cm ² | | |
| 236 | 268 | 297 |
| 255 | 307 | 322 |
| 307 | 334 | 408 |

| 図2-4ニット | | |
|---|-----|-----|
| 平均: 372 cm ² /m ² | | |
| 225 | 280 | 319 |
| 255 | 290 | 378 |
| 283 | 311 | 399 |

| 図3-4ニット | | |
|---|-----|-----|
| 平均: 314 cm ² /m ² | | |
| 294 | 322 | 335 |
| 269 | 329 | 352 |
| 280 | 302 | 322 |

(51)Int.Cl.⁶G 0 2 B 6/00
F 2 1 V 8/00

識別記号

3 3 1
6 0 1

F I

G 0 2 B 6/00
F 2 1 V 8/003 3 1
M
6 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全13頁)

(21)出願番号

特願平9-266771

(22)出願日

平成9年(1997)9月30日

(71)出願人

590000422
ミネソタマイニング アンド マニュファクチャリング カンパニー
アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000,
セント ポール, スリーエム センター

(72)発明者 佐野 興一

神奈川県相模原市南橋本3-8-8 住友
スリーエム株式会社内

(72)発明者 原田 孝

神奈川県相模原市南橋本3-8-8 住友
スリーエム株式会社内

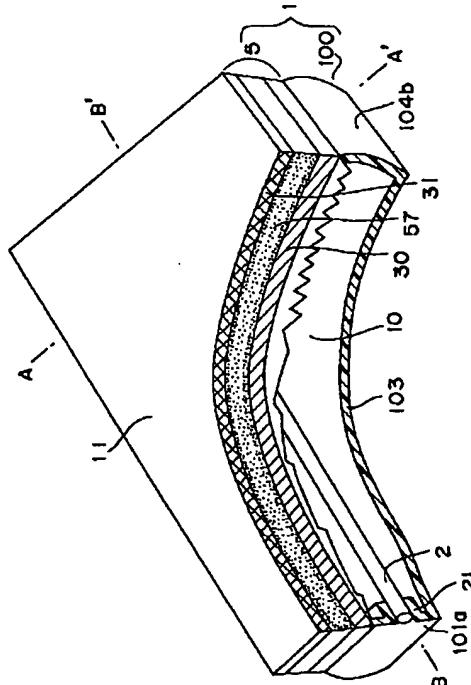
(74)代理人 弁理士 青山 葦 (外2名)

(54)【発明の名称】 発光ユニット、およびそれを用いる照明装置

(57)【要約】

【目的】 蛍光管を用いない平面発光ユニットにおいて、水平面内の照明輝度を均一にするとともに、複数個の平面発光ユニットを連結することにより大型(大面積)の平面照明装置を構成する。

【構成】 光ファイバーと漏光手段とを用いた平面発光ユニットであって、光ファイバーの一端には外部と連通する光入射端と、もう一端には外部と連通する光出射端を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの発光面(11)とその発光面(11)を限定して導光空間(10)を形成するハウジング(100)とから成る箱体(1)と、該箱体(1)の導光空間(10)内に配置された少なくとも1つの光ファイバー(2)と、その光ファイバー(2)に供給された光を、光ファイバー(2)の側面から導光空間(10)に漏光させる漏光手段(4)とを含んでなる発光体(20)と、該発光面(11)の導光空間(10)側に存在し、前記発光体(20)から導光空間(10)に漏光した光が、発光面(11)から箱体外部へ放出されるに際し、放出される光が発光面(11)の全域にわたって略均一的な輝度が得られるようする光均一化手段(3)とを含んでなる発光ユニットにおいて、前記発光体(20)の光ファイバー(2)は、その光ファイバー(2)の一端に位置し箱体(1)外部と連通する光入射端(21)と、その光ファイバー(2)の他端に位置し箱体(1)外部と連通する光出射端(22)とを有し、前記漏光手段(4)は、前記発光体の光ファイバー(2)の周面の一部分に、光ファイバー(2)の長さ方向に大略沿って配置されていることを特徴とする、発光ユニット。

【請求項2】 前記箱体(1)の導光空間(10)内に、前記発光体(20)とは別に漏光手段がない少なくとも1つの光ファイバーが光伝送体を形成し、その光伝送体の光ファイバーも、箱体外部と連通する光入射端と、光出射端とを有する、請求項1記載の発光ユニット。

【請求項3】 請求項1記載の発光ユニットの複数からなり、それぞれの発光ユニットの少なくとも1つの光ファイバーと、隣接する発光ユニットの少なくとも1つの光ファイバーとの間で光伝送が可能な様に、一方のユニットの光出射端と、他方のユニットの光入射端とを互いに接続して形成した照明体と、その照明体に光を供給する外部光源とからなる照明装置であって、

前記複数の発光ユニットのうちの1つは、光源から光が直接供給される受光兼発光ユニットとして機能し、その受光兼発光ユニット以外の発光ユニットの光ファイバーは、隣接する発光ユニットの光伝送可能に接続された光ファイバーを介して光が供給される様に配置された、照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、道路標識、広告等を表示する内照方式の表示体や、建築物の天井、床、壁等の屋内平面または屋外平面に配置される比較的大型の平面照明装置、などの用途に用いるのに適した発光ユニ

ット、およびその発光ユニットの複数から構成された照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 面状発光体であって発光面全体から均一な光を発するものとしては、たとえば特開平5-224020号公報、特開平7-5326号公報等に開示されている。

【0003】 これらの公報に開示の面状発光体は、大略次の様な構造を有している。すなわち、

1：導光空間と、少なくとも1つの発光面とを有する箱体と、

2：箱体の導光空間内に配置され、導光空間内に光を放射する発光光源と、

3：導光空間内に放射された光が、発光面から箱体外部に放射される時、発光面の略全面にわたって均一な輝度が得られる様にする光均一化手段、とを含んでなる面状発光体である。

【0004】 上記箱体は、通常直方体であり、最も面積の広い側面のうちの少なくとも1つが発光面となる様に構成されている。発光光源は、通常蛍光管、冷陰極管等の線状光源であり、その周面全体および長さ方向にわたって均一に発光する。

【0005】 線状光源を用いる場合、線状光源は発光面と略平行に配置される。その配置位置は、通常発光面に対向する平行側面板の近傍、または、発光面と直行する4つの直行側面板のうちの1つの側面板の近傍である。また、発光面における輝度を均一にするために、通常、1つの直行側面板に対して平行に配置される。たとえば、直行側面板の近傍に配置する場合、その直行側面板と発光面の両方に平行になる様に配置する。線状光源の数は、通常1であるが、複数の線状光源を配置する場合もある。また、線状光源の傍に位置する直行側面板として、通常、断面U字形の反射板を用いる。

【0006】 発光面における輝度は、通常、光源に近い場所が最も明るく、光源から離れるにつれて暗くなっていく。したがって、発光面の全面にわたって均一な輝度が得られる様にするためには、光均一化手段を用いる必要がある。

【0007】 光均一化手段は、上記公報に開示の面状発光体では、プリズムフィルムと白色半透明な拡散光透過シートとを含んでなる積層体から構成され、線状光源からの光がその積層体を透過した後、発光面に到達する様に配置されている。プリズムフィルムは、通常は透明な樹脂から形成され、複数の微小プリズムが互いに平行されたプリズム面を有する。この様なプリズムフィルムは、たとえば、3M(株)社製の「TRAF-II」が使用されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上述の線状光源を用いた面状発光体は均一に発光する発光面を有し、特に液晶

を背面から照明して可視化させるバックライト用導光板として有用である。これらの面状発光体はそれぞれの中に光源を含み、光源の管理はそれぞれの発光体ごとに行う必要がある。たとえば、複数の面状発光体を組合わせて大型の照明体を構成する場合であっても、それぞれの発光体ユニットごとに光源があり、寿命が切れた光源（蛍光管または冷陰極管）はそれぞれ個別に交換を必要とする。

【0009】また、蛍光管や冷陰極管を交換する場合、箱体の開蓋や分解が必要であるが、ゴミ等の異物の混入を防ぐために、箱体の開蓋等は可及的に避けるべきである。異物の混入は箱体の内面を汚損し、発光輝度や輝度の均一さを低下させるからである。

【0010】面状発光体の光源として光ファイバーを用いることも提案されているが、箱体外部の光源から光ファイバーへ光を供給し、導体空間内の光ファイバーの先端から光を取り出すもので、この面状発光体も個々に独立したものとして設計されている。

【0011】従来の面状発光体はいずれも単独で光を発するものとして設計されており、複数の発光体ユニットを組合わせて使用するという概念では設計されていない。

【0012】すなわち、本発明の目的は、面状発光体として機能する発光ユニットにおいて、箱体を開封することなく光源を交換でき、複数のユニットを組み合わせて建築物の屋内平面または屋外平面全体に配置される平面照明装置を構成した場合でも、1つ1つのユニットの光源を交換する手間を省くことができ、しかも、均一に発光する比較的大型の照明面を有する照明装置を容易に形成できる、発光ユニットを提供する。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、少なくとも1つの発光面（11）とその発光面（11）を限定して導光空間（10）を形成するハウジング（100）とから成る箱体（1）と、

【0014】該箱体（1）の導光空間（10）内に配置された少なくとも1つの光ファイバー（2）と、その光ファイバー（2）に供給された光を、光ファイバー（2）の側面から導光空間（10）に漏光させる漏光手段（4）とを含んでなる発光体（20）と、該発光面（11）の導光空間（10）側に存在し、前記発光体（20）から導光空間（10）に漏光した光が、発光面（11）から箱体外部へ放出されるに際し、放出される光が発光面（11）の全域にわたって略均一的な輝度が得られるようにする光均一化手段（3）とを含んでなる発光ユニットにおいて、前記発光体（20）の光ファイバー（2）は、その光ファイバー（2）の一端に位置し箱体（1）外部と連通する光入射端（21）と、その光ファイバー（2）の他端に位置し箱体（1）外部と連通する光出射端（22）とを有し、前記漏光手段（4）

は、前記発光体の光ファイバー（2）の周面の一部分に、光ファイバー（2）の長さ方向に大略沿って配置されていることを特徴とする、発光ユニットを提供する。

【0015】

【作用】本発明の発光ユニットは、発光体が光ファイバーを含んでなるので、その光ファイバーに光を供給する光源を箱体外部に配置でき、箱体を開蓋することなく寿命の切れた光源を交換できる。

【0016】また、本発明の発光ユニットは、次のi)およびii)の点を特徴とする構造を有している。すなわち、

【0017】i) 上記発光体の光ファイバーは、その光ファイバーの一端に位置し箱体外部と連通する光入射端と、その光ファイバーの他端に位置し箱体外部と連通する光出射端とを有すること、および、

ii) 箱体の導光空間内に配置された線状発光体は、少なくとも1つの光ファイバーと、その光ファイバーに供給された光を、光ファイバーの側面から導光空間内に漏光する漏光手段とを含んでなり、その漏光手段は、前記発光体の光ファイバーの周面の一部分に、ファイバーの長さ方向に大略沿って配置されたこと、である。

【0018】上記i)の構成により、建築物の壁面等の屋内平面または屋外平面全体に配置される、比較的大型の平面照明装置を構成した場合でも、1つ1つのユニットの光源を交換する手間を省くことができる。複数の発光ユニットは、それぞれの発光ユニットの少なくとも1つの光ファイバーと、隣接する発光ユニットの少なくとも1つの光ファイバーとの間で光伝送が可能な様に、一方のユニットの前記光出射端と、他方のユニットの前記光入射端とが互いに接続でき、1つの外部光源で複数のユニットを発光させることが可能である。この時、複数の発光ユニットのうちの1つは、光源から光が直接供給される受光兼発光ユニットとして機能し、その受光兼発光ユニット以外の発光ユニットの光ファイバーは、隣接する発光ユニットの光伝送可能に接続された光ファイバーを介して光が供給される様に配置される。

【0019】一般に、光ファイバーの一端（入射端）から入射したほとんどの光は外部に漏れることなく、ファイバー内周面に当たることなくそのまま通過するか、または、ファイバー内周面で全反射を繰り返してファイバー内を通過し、他端（出射端）に到達してはじめて外部に出る。上記ii)の構成中の「漏光手段」は、上記の様な全反射を部分的に阻害し、ファイバー側面（周面）からの漏光を可能にする。たとえば、漏光手段が光ファイバーの外周面に密着された光拡散反射膜である場合、光ファイバーの入射端から入射した光のうち、拡散反射膜が密着した部分（光ファイバー内周面）に到達した光のほとんどは、そこで拡散反射する。拡散反射した光は、拡散反射膜が密着した部分と対向する光ファイバー内周面に向かって進み光ファイバー内周面を透過し、外部に

漏光する。光拡散反射膜（漏光手段）の配置されていない部分のファイバー内周面でのみ反射された光は、全反射を繰り返し、漏光することなく、光出射端に到達することができる。すなわち、その光ファイバー全体における光拡散反射膜の面積（密着面積）が多いほど、漏光する光の量が増加する。

【0020】漏光手段は、光ファイバー外周面の一部分のみに、光ファイバーの長さ方向に大略沿って配置されるので、光ファイバーからの漏光は長さ方向にわたって均一に生じ、この様な光ファイバーを含む発光体は、蛍光管や冷陰極管と同様の線状光源として機能する。したがって、従来の蛍光管等の線状光源を、上記光ファイバーを含んでなる発光体と置き換えるだけで、従来の面状発光体と同様に、均一に発光する発光面を有する発光ユニットを構成でき、この様なユニットの複数を効果的に組み合わせ、均一に発光する、比較的大型の照明面を有する照明装置を形成することができる。

【0021】また、複数のユニットを組み合わせて比較的大型の照明装置を形成する場合、発光体の光ファイバーに供給された光の一部は漏光するが、残りのほとんどは、出射端からファイバーの外へ（次のユニットの光ファイバーに向けて）出射する様に漏光手段を適正化する。たとえば、漏光手段が拡散反射膜の場合、拡散反射膜の幅方向寸法、拡散性能、配置方法（たとえば、ドット状に不連続に設ける等）を調整することにより漏光量を容易にコントロールできる。

【0022】一方、発光ユニットが、発光体として作用する光ファイバーの他に、漏光手段のない光伝送用の光ファイバー（すなわち、光伝送体）を含むのが好適である。光伝送体を配置することにより、光源から遠く離れたユニットへも、途中で伝送効率がほとんど低下することなく光を供給でき、すべてのユニットにおける発光輝度を均一にすることが極めて容易である。

【0023】

【発明の実施の形態】（発光ユニット）本発明の発光ユニットの好適な1形態について、図1～3に沿って説明する。

【0024】図1は本発明の発光ユニットの斜視図であって、一部分内部を露出させてある。図2は図1のA-A'線に沿って切断した断面図であり、図3はB-B'線に沿って切断した切断面である。

【0025】箱体（1）は、天板（5）とハウジング（100）とから成り、両者から形成される空間は導光空間（10）である。箱体（1）は、①発光面を形成する天板（5）と、②天板（5）から所定の距離をおいて、天板（5）と略平行に配置された底板（103）と、③天板（5）と略直行し、光ファイバー（2）を固定的に支持するための挿入孔が設けられた2つのファイバー支持板（101a、101b）と、④その支持板（101a、101b）と略直行する方向に沿って配置され

る2つの側面板（104a、104b）、の6個の部品からなり、これらの部品に囲まれた内部空間が導光空間（10）である。従って、ハウジング（100）は底板（103）と、2つのファイバー支持板（101a、101b）および2つの側面板（104a、104b）から構成され、天板（5）はプリズムフィルム（30）と、無色透明の支持板（51）と、拡散光透過シート（31）とからなる。発光面（11）は天板（5）の表面を特に示す。

【0026】箱体（1）の内面（すなわち、導光空間の内面）は、反射性の高い材料で被覆されるのが好適である。これにより、発光面の輝度が容易に向上する。この様な反射材として、たとえば、金属箔、金属蒸着コーティングなどが使用できる。また、反射面の腐食による反射率の低下防止の観点から、金属を反射材として用いたくない場合、反射材として、屈折率の異なる2種類の有機ポリマー薄膜を交互に積層してなる誘電反射フィルムや、白色顔料とポリマーを含有するコーティングが使用できる。

【0027】導光空間（10）内には、少なくとも1つの光ファイバー（2）と、その光ファイバー（2）に供給された光を、光ファイバー（2）の側面から導光空間（10）内に漏光する漏光手段（4）とを含んでなる発光体（20）が配置されている。発光体（20）は、一方の側面板（104a）の近傍位置に配置されているのが好ましい。漏光手段（4）は、光ファイバー（2）の外周面の一部分に、その光ファイバーの長さ方向に沿って配置された、光拡散反射膜（以下、「拡散反射膜」と呼ぶこともある。）である。なお、拡散反射膜の詳細については後述する。

【0028】図示の形態では、前述のように発光面（11）は天板（5）の表面であり、天板（5）は、プリズムフィルム（30）と、無色透明の支持板（51）と、拡散光透過シート（31）とからなる積層体である。また、天板（5）は、光均一化手段（3）としても機能し、実質的には、プリズムフィルム（30）と拡散光透過シート（31）とが効果的に作用し、光均一化効果を発揮する。支持板（51）は、天板（5）全体の機械的強度を向上させるために使用されているが、プリズムフィルム（30）と拡散光透過シート（31）とからなる積層体が十分な厚み、または機械的強度を有している場合、支持板（51）を用いる必要はない。

【0029】一方、図示の形態では、露光手段（4）は、反対側の側面板（104b）に向けてファイバー（2）から放射（漏光）される様に配置されている。また、側面板（104a、104b）は、ファイバー（2）の長さ方向と直行する方向に湾曲し、箱体外側に向けて凸の曲面を有している。さらに、両方の側面板の内面は鏡面加工が施されている。この様な構成により、発光体（20）から最も離れた位置、すなわち、側面板

(104b) 付近の発光面(11)での輝度の低下を防止することができる。

【0030】光ファイバー(2)は、その光ファイバー(2)の一端に位置し箱体(1)外部と連通する光入射端(21)と、その光ファイバー(2)の他端に位置し箱体(1)外部と連通する光出射端(22)とを有する。光入射端(21)は、ユニット外部(たとえば、光源)からの光を光ファイバー(2)の内部に導くための入口である。ファイバー内部に導かれた光は、一部は漏光手段(4)の作用によってそのユニットの導光空間内に漏光し、残りのほとんどは光出射端(22)からユニット外部に出る。この時、この光出射端(22)と、隣接配置される別の発光ユニットの光ファイバーの光入射端とを密着させておけば、両方の光ファイバー間で光伝送が可能となる。

【0031】ファイバードラムの密着方法としては、光ファイバーとほぼ同じ屈折率を有する透明樹脂や透明接着剤で接合する方法が好適である。また、光ファイバーがプラスチックからなる場合、加熱または超音波により融着させる方法も使用できる。たとえば、光ファイバーがアクリル系樹脂の場合、アクリル系接着剤で接合したり、100～250℃の範囲の温度で熱融着することができる。また、光ファイバーがプラスチックの場合、ファイバーの端部どうしを圧接するだけでも十分に、ファイバー間で光伝送が可能な様に接続できる。

【0032】さらに、この様な接続を容易に行える様に、図14に示すように、箱体のファイバー支持板(101a、101b)に、ファイバー(2)が挿入される挿入孔(102a、102b)を有するファイバー支持部(12)を設けておくのが好適である、(ここで、挿入孔102bは図示されていないが、挿入孔102aと同様にして、ファイバー支持部101bに設けられた貫通孔である)。たとえば、光入射端(21)が、ファイバー支持板(101a)から内側(導光空間(10)側)に向かって挿入孔(102a)の長さ方向に沿ってへこんだ状態で、ファイバー(2)をファイバー支持部(12)に固定する。これにより、挿入孔(102a)内に、隣接配置される発光ユニットの光ファイバーの光出射端の近傍部分を嵌入可能な受容部が形成される。一方、光ファイバー(2)の光出射端(22)の近傍部分は、反対に、ファイバー支持板(101b)から外側に向かって、挿入孔の長さ方向に沿って突出した状態で、ファイバー(2)をファイバー支持部に固定する。これにより、ファイバー(2)のこの突出部分を、隣接配置されるユニットの光ファイバーの光入射端の近傍部分にある受容部に嵌入し、隣接配置される2つのユニットの光ファイバードラムを、それらの間で光伝送が可能な様に接続する。ファイバー支持部(12)は、図15に示すように、ファイバー支持板(101a、101b)の厚みが十分に厚ければ省略でき、ファイバー支持板に直

に設けられた挿入孔内に、上記の様な受容部を形成することもできる。上記挿入孔の長さ(ファイバーの長さ方向に沿った寸法)は、通常5～50mmの範囲である。また、挿入孔内に設けられるファイバー受容部の長さは、通常2～40mmの範囲である。

【0033】また、ファイバー支持部またはファイバー支持板の挿入孔内に、光ファイバーを固定する方法は、

(I) 光ファイバーとほぼ同じ屈折率を有する透明樹脂や透明接着剤で接着する方法、(II) 光ファイバーおよびファイバー支持部(またはファイバー支持板)が、ともにプラスチックからなる場合、加熱または超音波により融着させる方法、(III) 図10に示される様に、光ファイバーの周りを覆うクラッド材(6a、6b)を利用する方法等が使用できる。図10の方法の場合、一方のユニットの光ファイバー(2a)の光入射端(21a)を支持板(101a)の厚み方向に沿って挿入孔内にへこむ様に配置し、そのファイバーを覆うクラッド材(6a)の端部は支持板(101a)の外面にそろえる。他方のユニットの光ファイバー(2b)の光出射端(22b)を支持板(101b)の厚み方向に沿って挿入孔から外へ向けて突出する様に配置し、そのファイバーを覆うクラッド材(6b)の端部は支持板(101a)の外面とそろえる。2つのユニットのファイバードラム(2a、2b)の接続は、クラッド材(6a)の光ファイバー(2a)のない部分に、他方のユニットの光ファイバー(2b)を挿入し、上記の様な接続方法を用いて行う。このとき、ファイバー支持板の挿入孔内にクラッド材を接着剤等で固定しておくのが好適である。

【0034】(箱体) 箱体(1)の各部品は、通常、アクリル、ポリカーボネート、ABS、ポリエチレン、ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル等のプラスチック；ステンレス、アルミ等の金属；ガラス；木材；繊維ボード等から形成される。ただし、発光面(11)を形成する部品は、光透過性である必要がある。また、発光面からの光を着色するために、発光面を形成する部品(天板等)を着色することもできる。たとえば、上記の様に、天板が透明の支持板を含む場合、この支持板を着色された光透過性の材料から形成することができる。

【0035】箱体(1)は、たとえば、各部品を別々に用意し、それらを接着手段で互いに結合して作製することができる。

【0036】箱体の形状は、本発明の効果を損なわない限り図1のものに限定されない。たとえば、発光体の近傍に位置する側面板(104a)のみが上記の様な曲面板であり、発光体から離れて位置する側面板(104b)は平板であるもの(図4)や、略直方体形状を有するものも使用できる。また、発光面(11)を形成する天板(5)がひし形等の平行四辺形や、台形であるものも使用できる。また、天板(5)ではなくて、発光体から離れて位置する側面板(104b)または底板(10

3) が発光面を形成することもできる。この様な場合、光均一化手段としてのプリズムフィルム、拡散光透過シート等は、側面板(104b)または底板(103)に近接して、または密着して配置される。さらに、天板(5)、側面板(104b)および底板(103)のいずれか2つまたは3つ全部が発光面を有する様にすることもできる。

【0037】箱体(1)を構成する部品の厚みは、各部品の材質や役割によって適宜決定される。たとえば、天板(5)や底板(103)は比較的広い面積を有し、また、発光面を形成した場合、常に露出されるので、機械的強度を高める様に可及的厚くするのが望ましい。しかしながら、厚すぎるとユニットが軽量化できず、取り扱いに不便が生じるおそれがあり、また、発光面の輝度の低下を招くおそれもある。この様な観点からこれらの部品の厚みは、通常0.5~30mmの範囲、好適には1~20mmの範囲である。ファイバー支持板(101a、101b)も、支持する光ファイバーの数や重さによるものの、天板や底板と同様に十分な機械的強度が必要であるので、上記と同様に、通常0.5~30mmの範囲、好適には1~20mmの範囲である。なお、前述の様なファイバー支持板に直に設けられた挿入孔内にファイバー受容部を形成する場合、厚めの方が良い。側面板は、他の部品に比べてそれほど高い機械的強度を必要としないので、可及的に薄くすることも可能である。この様な観点から、通常0.1~30mm、好適には0.5~20mmの範囲である。

【0038】一方、箱体の高さ(天板のが外部表面と底板の外部表面との間の距離)は、内部に配置される光ファイバーの直径、配置、本数によって適宜決められるが、可及的に薄い方が軽量化の点で望ましい。したがって、通常2~30cm、好適には3~20cm、特に好適には5~15cmの範囲である。また、発光面(11)の平面寸法は、発光面が正方形の場合を例にとると、通常20cm×20cm~200cm×200cm、好適には25cm×25cm~100cm×100cmの範囲である。大きすぎると軽量化が困難であり、反対に小さすぎると、比較的大型の照明装置を組み立てる時に多数のユニットが必要になり、作業の効率が低下するおそれがある。なお、発光面が正方形以外の場合は、その面積が上記の積の範囲(400~40,000cm²)にあるのが望ましい。

【0039】(光均一化手段)図1の形態では、プリズムフィルム(30)と拡散光透過シート(31)とを含んでなる、光透過性の積層体が光均一化手段である。プリズムフィルム(30)のプリズム面は、導光空間内に向けて配置され、複数の微小プリズムは、光ファイバー(発光体)と平行に配置される。プリズム面と反対側の面は平滑面である。また、図示の形態では、プリズムフィルム(30)は、発光面に対して略平行に配置されて

いるが、図5に示される様に、発光体(2a)から遠ざかるに従い、発光面から離れる様に湾曲させて配置することもできる。この様な配置は、たとえば、2つの側面板(104a、104b)の間の距離が遠い場合に、発光体から離れた位置の発光面の輝度の低下を防止するのに有利である。

【0040】プリズムフィルムの微小プリズムの頂角は、通常6.5~11.5度の範囲である。この様なプリズムフィルムとして、3M(株)社製の、「TRAF」、「TRAF-II」、「OLF」、「BEF」等の製品が使用できる。

【0041】なお、プリズムの形状は、図示の様な三角形の断面のものに限るものではなく、断面が半円または円弧状のものや、三角形の頂角部分が丸められた形のものも使用できる。また、プリズム面の複数のプリズムが、異なる形状または/および異なる大きさのものを含んでいても良い。さらに、プリズム面を、拡散光透過シートの方に向けて配置したり、複数のプリズムフィルムを組合せて配置することもできる。

【0042】拡散光透過シート(31)は、たとえば、表面が粗面化されたプラスチックフィルムやガラス(シリガラス)や、無機顔料またはポリマー粒子を分散させた樹脂からなるフィルムである。拡散光透過シート(31)の光透過率は、通常10~70%、好適には20%~60%の範囲である。光透過率が高すぎると、発光面の輝度を均一にできないおそれがあり、反対に低すぎると輝度が低下するおそれがある。

【0043】光均一化手段は、上記のプリズムフィルム(30)と拡散光透過シート(31)との組み合わせに加えて、たとえば、底板の表面(導光空間側)上に配置された拡散反射シート、プリズムフィルム、底板表面に形成されたドット状の複数の拡散反射突起等を含むことができる。また、導光空間(10)内に配置された不織布を含むこともできる。さらに、不織布のみを用い、上記プリズムフィルムと拡散光透過シートとの積層体を省略することもできる。この場合、不織布の水平面面積は、発光面とほぼ等しくするのが好ましい。

【0044】(発光体)発光体(20)は、光ファイバー(2)と漏光手段(4)とを含む。

【0045】光ファイバー(2)は、ファイバーの長さ方向の一端から内部に入射された光を他端に向けて伝送可能なレベルの透明性を有する材料、たとえば、屈折率1.3~2.0の範囲の材料から形成される。この様な材料としては、たとえば、石英ガラス、光学ガラス、プラスチック等である。

【0046】光ファイバー(2)は、上記透明材料から形成された中実コアからなる光ファイバー；可撓性プラスチックチューブの中にシリコーンジェル等の比較的高屈折率の液体を封入した液体封入型ファイバー等が使用できる。中実コアの場合、コアの汚損を防止するため

に、通常クラッド材で被覆される。クラッドの材料は、コアの屈折率未満の屈折率を有する透明材料から形成される。

【0047】光ファイバーの材料となるプラスチックは、アクリル系ポリマー、ポリメチルベンテン、エチレーン-酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニル、酢酸ビニル-塩化ビニル共重合体等の、光透過性のポリマーから形成でき、プラスチックの屈折率は通常1.3～1.9、全光線透過率は通常80%以上である。また、光ファイバー自体の撓みに対する十分な機械的強度を付与するために、ポリマーを架橋することができる。

【0048】中実コア型光ファイバーの製法を、アクリル系ファイバーを例にして次に説明する。

【0049】まず、光ファイバーの原料であるアクリルモノマー（混合物）を、長手方向に延び、少なくとも一端に開口部を有するチューブに充填した後、チューブに充填された混合物の反応が、該チューブの他端側から開口端に向けて順送りに生じる様に、反応温度以上の温度にて混合物を順送りに加熱する。すなわち、加熱位置を他端側から開口端に向けて移動させる。反応中は、混合物と接触する加圧ガスにより混合物を加圧しながら行う。また、開口端までの加熱が済んだ後、完全に反応を終了させるために、チューブ全体を数時間、さらに加熱することが好ましい。

【0050】光ファイバーの原料となるアクリルモノマーは、たとえば、(i) ホモポリマーのTgが0℃より高い（メタ）アクリレート（たとえば、n-ブチルメタクリレート、メチルメタクリレート、メチルアクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、n-プロピルメタクリレート、フェニルメタクリレートなど）や、(ii) ホモポリマーのTgが0℃未満である（メタ）アクリレート（たとえば、2-エチルヘキシルメタクリレート、エチルアクリレート、トリデシルメタクリレート、ドデシルメタクリレートなど）、あるいは(i)と(ii)の混合物を使用することができる。混合物の場合、上記(i)の（メタ）アクリレート(H)と、上記(ii)の（メタ）アクリレート(L)の混合重量比率(H:L)は、通常15:85～60:40の範囲である。また、架橋剤として、ジアリルフタレート、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート等の多官能性モノマーを上記混合物に添加することもできる。

【0051】上記の様にして形成されたアクリル系光ファイバーは、光ファイバーの長さ方向一端から他端まで均一な重合体とことができ、良好な光伝送性能と、光ファイバー自体の撓みに対する十分な機械的強度とを有するので、複数の発光ユニットを接続し、比較的大型の照明装置を組み立てるのに特に適している。

【0052】上記製法において用いられるチューブは、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共

重合体(FEP)等のフルオロポリマーが好ましい。この場合、反応終了後、光ファイバーから取り除くことなく、光ファイバーの保護材（クラッド材）としてそのまま使用することができるからである。なお、この様な可撓性光ファイバーの製法に関しては、特開昭63-19604号公報等に開示されている。

【0053】光ファイバーの幅方向の断面は、本発明の効果を損なわない限り、円形、楕円形、半円形、半円より大きな面積の弓形等、光ファイバーの可撓性を維持可能な形状であれば、どの様なものでも良い。光ファイバーの直径は、幅方向の断面が円形である場合で、通常8～40mm、好適には10～30mmの範囲である。

【0054】一方、漏光手段としては、

【I】光ファイバー（中実コア）の外周面に密着された拡散反射膜、

【II】光ファイバーの外周面を粗面化して形成した拡散反射部

【III】光ファイバーの外周面に、ファイバーの長さ方向に直行する方向に沿って、設けられた複数の直線状の傷からなるもの、などが使用できる。

【0055】拡散反射膜としては、

【a】拡散反射粒子を分散して含む樹脂膜

【b】拡散光透過性、または拡散反射（不透明）性の基材と、その基材をファイバー周面に密着させる透明接着剤とからなる接着フィルム、

【c】透明接着剤からなり、接着面が凹凸を有する接着層を有する接着フィルム、などが使用できる。

【0056】拡散反射性粒子は、たとえば、1.5～3.0の範囲の屈折率を有する白色の無機粉末である。この様な無機粉末としては、硫酸バリウム（屈折率：1.51）、マグネシア（屈折率：1.8）、チタニア（屈折率：2.6）等が好ましい。また、拡散反射膜を形成する樹脂は、光ファイバーの材料よりも高く、かつ拡散反射性粒子とは異なる屈折率を有する透明樹脂が好ましい。この様な樹脂としては、アクリル系樹脂、シリコーン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリオレフィン系樹脂等が好適である。樹脂と拡散反射粒子との混合割合は、通常粒子100重量部に対して、樹脂を5～10,000重量部の範囲である。また、拡散反射膜に着色顔料を含有させ、ファイバーに供給された白色光を、着色光として漏光させることもできる。

【0057】拡散反射膜は、上記樹脂と拡散反射粒子とを含有する分散液の塗膜から容易に形成できる。たとえば、上記分散液を直接ファイバーの外周面に塗布したり、仮基材の上に形成した上記塗膜を、ファイバー外周面表面に転写する等の方法により形成できる。転写法を利用する場合、上記樹脂に粘着剤を含有させておけば、転写が容易に行える。

【0058】分散液の調製には、サンドミル、ニーダー、ロールミル、プラネタリーミキサー等の分散装置が

使用できる。塗膜の形成には、ロールコーティング、ナイフコーティング、バーコーティング、ダイコーティング等の塗布装置が使用できる。

【0059】拡散反射膜の厚みは、通常1～2,000μm、好適には5～1,000μm、特に好適には10～800μmの範囲である。厚みが薄すぎると、ファイバーから漏光する光量が減り、発光面の輝度が低下するおそれがあり、反対に厚すぎると、柔軟性が低下し、反射膜が破損するおそれがある。

【0060】拡散反射膜の幅（長さ方向と直行する方向の寸法）は、そのユニットで漏光させるべき光量にもよるが、通常1～35mmの範囲である。拡散反射膜は、ファイバーの長さ方向に沿って配置された、1本または複数本のストライプ状の膜から構成する。また、拡散反射膜は長さ方向に連続して、または不連続に設けることができる。不連続に設ける場合、複数に分割された拡散反射膜の長さ方向の寸法を異なる様にすることもできるし、長さ方向の寸法が略等しく、幅方向に長い多数の（複数の）細縞を略等しい間隔にて配置した、「等間隔のバーコード」状に形成することもできる。また、網点（ドット）状に印刷して形成された拡散反射膜によっても得られる。

【0061】拡散反射膜で反射された光は、拡散反射膜と対向するファイバーの内周面に向けて最も強く反射され、その光のほとんどが漏光し、ユニットの発光に利用される。一方、光透過性の拡散反射膜も使用でき、この場合、拡散反射膜を透過して漏光する光の成分も利用できる。しかしながら、光の指向性を高め、光均一化手段の種類や配置、導光空間の寸法等のユニットの設計を容易にするために、拡散反射膜の光透過率は低い方（たとえば、30%以下）が好適である。

【0062】また、本発明の効果を損なわない限り、拡散反射膜は上記材料の他、各種添加剤を含むことができる。添加剤は、架橋剤、紫外線吸収剤、熱安定剤、界面活性剤、可塑剤、酸化防止剤、防黴剤、着色材、蓄光性材料、粘着付与剤等である。着色材には、通常の顔料や染料の他、蛍光性の染料や顔料も使用できる。

【0063】（照明装置）本発明の発光ユニットの複数を組み合わせて、比較的大型の照明面を有する照明装置を形成できる。この様な照明装置は、たとえば、道路標識、広告等を表示する内照式の表示体用の照明装置として利用できる。この場合、照明面（発光面）の表面に、標識、広告等の表示を有する光透過性の表示シートを配置し、夜間でもその表示が視認できる様にすることができる。また、光透過性の表示シートとして、透明または半透明のプリズム型再帰性反射シートを用いることもできる。

【0064】また、建築物の天井、床、壁等の屋内平面または屋外平面に配置される比較的大型の照明面を有する平面型照明装置としても利用できる。この場合、たと

えば、図6または図8に示される様な照明装置（詳細は後述する。）を、上記屋内平面または屋外平面と、発光ユニットの底板とを、接着手段等を用いて接合して配置し、発光面（照明面）は観察者から見える様にする。各ユニットに接続された外部光源は、観察者から見えない様に配置されるのが好ましい。また、本発明の照明装置は、複数の発光ユニットを組み合わせて広い面積の照明面を形成できるので、上記屋内平面または屋外平面全体を覆う様な大型の照明装置を形成することもできる。

【0065】上記の様な照明装置は、たとえば、次のようにして、外部光源と、本発明の発光ユニットの複数から構成された照明体とを組み合わせることにより容易に形成することができる。たとえば、照明体を設置すべき場所に、所定の配置方法に従って複数の発光ユニットを配置し、その受光兼発光ユニットとの光ファイバーの光入射端から、ファイバー内部に光が供給される様に外部光源を接続する。たとえば、図7-bに示される様に、外部光源（200）と、発光ユニットの光ファイバーの光入射端（201）との間に、光ファイバーを含んでなる伝送路（203）を配置し、伝送路の光ファイバーの光出射端と、発光ユニットの光ファイバーの光入射端とを、両者のファイバー間で光伝送が可能な様に互いに接続し、その伝送路を介して、光源からの光を受光兼発光ユニットの光ファイバーへ供給する。尚、図7については後述する。

【0066】光源には、キセノンランプ、ハロゲンランプ、フラッシュランプ等の高輝度ランプが使用できる。ランプの消費電力は、通常10～500Wである。ランプは、通常、容器内に配置され、容器内には、ランプ用の反射板が備えつけられる。また、光源が供給する光は、白色光のみならず着色光でも良い。たとえば、ランプが発する光をカラーフィルターを通して、着色光として受光兼発光ユニットに供給することができる。

【0067】発光ユニットの配置方法は、たとえば、図6に示す様なものが採用できる。図6-bは発光ユニットの配置方法を平面的にみた図であり、図6-aは光ファイバー部分のみを模式的に示したものである。図示の発光ユニットは、略直方体の箱体と、その箱体の導光空間内、1つの側面板の近傍に、その側面板に略平行に図10-bのように配置された3本の光ファイバーとを含んでなる。第1ユニット（1a）は、3本の光ファイバーを含み、その内の1本にのみ漏光手段（4a）が配置されている。すなわち、漏光手段（4a）が配置された光ファイバーが発光体を構成し、残りの2本は光伝送体を構成している。第2ユニット（1b）は、2本の光ファイバーを含み、その内の1本にのみ漏光手段（4b）が配置されている。すなわち、漏光手段（4b）が配置された光ファイバーが発光体を構成し、残りの1本は光伝送体を構成している。また、第1ユニット（1a）の光伝送体の2本のファイバーと、第2ユニット

(1 b) の 2 本の光ファイバーとは、第 1 ユニット (1 a) から第 2 ユニット (1 b) に光伝送が可能な様に、第 1 ユニットの伝送体光ファイバーの光出射端と、第 2 ユニットの 2 本のファイバーの光入射端とが互いに接続されている。第 3 ユニット (1 c) は、1 本のみの光ファイバーを含み、そのファイバーに漏光手段 (4 c) が配置されている。すなわち、第 3 ユニット (1 c) は光伝送体を含まない。また、第 2 ユニット (1 b) の光伝送体のファイバーと、第 3 ユニット (1 c) の発光体の光ファイバーとは、第 2 ユニット (1 b) から第 3 ユニット (1 c) に光伝送が可能な様に、第 2 ユニットの光伝送体光ファイバーの光出射端と、第 3 ユニットの発光体光ファイバーの光入射端とが互いに接続されている。

【0068】換言すれば、第 1 ユニット (1 a) は、受光兼発光ユニットとして機能し、それ以外の発光ユニット (1 b, 1 c) には、それぞれ隣接して、外部光源

(200) に近い側に配置された発光ユニットの、光伝送可能に接続された光ファイバー（光伝送体）を介して光が供給される。

【0069】上記の様に配置された複数の発光ユニットを、それぞれのユニットの発光面 (11) が略同一平面上に位置する様に配置し、それらの発光面の集合体からなる照明面を有する様に形成された照明体を構成し、その照明体と、照明体に光を供給する外部光源とを接続し、本発明の照明装置を構成することができる。上記の様に 3 つのユニットからなる照明体を用いる場合の他、図 8 に示される様に、1 つの光源に対して、9 つの発光ユニットを組み合わせて、より大きな面積の照明面を有する大型の照明装置を構成することもできる。また、図 6 に示された形態における第 3 ユニットの様に、光を供給すべき隣接する次のユニットが存在しない最後尾ユニットでは、光ファイバーの光出斜端を反射部材で覆い、光出斜端から外へ光が漏れない様にするのが好ましい。これにより、光源から最も離れた最後尾ユニットに供給された光を、ユニットの発光に有効に利用することができる。この様な反射部材は、前述の反射材から形成できる。

【0070】また、上記 3 つのユニットからなる照明体では、それぞれ、異なる本数の光ファイバーを含む発光ユニットを用いているが、すべてのユニットが同一本数 (3 本) のファイバーを含む様にすることもできる。この場合、各ユニットにおいて、3 本の光ファイバーの内の 1 本のみを発光体とするが、それぞれのユニットでは、異なる位置に配置された光ファイバーを発光体ユニットとして用いる。各ユニットにおいて、発光体のファイバーの光出射端は、隣接する次のユニットのいずれのファイバーの光入射端とも接続する必要はない。したがって、発光体の発光輝度を高めるために、発光体ファイバーの光出射端に反射部材を配置するのが好ましい。

【0071】1 つのユニットに配置される光ファイバー

の本数は 3 本に限らない。図 10 には、ユニットの光ファイバーの配置のみを模式的に示した図である。図 10 に示される様に、2 本、3 本、4 本、6 本、またはその他の本数も可能である。また、発光体として使用される光ファイバーは 1 本に限らず、本発明の効果を損なわない限り、2 本以上を使用することもできる。

【0072】さらに、発光ユニットにおける光ファイバーの配置場所は、上記の様な側面板の近傍の他、図 11 に示される様に、底板に近接させて配置することもできる。図示の例では、光ファイバーは、底板の幅方向 (2 つの側面板を結ぶ方向) のほぼ中央に、側面板に略平行に配置される。この場合、光均一化手段として、天板に配置されるプリズムフィルム (30) と拡散光透過シート (31) とを含む積層体に加えて、図示の様に反射板 (またはプリズムフィルム) を 2 つの側面板に沿って配置するのが好ましい。

【0073】一方、各ユニットが発光体と光伝送体とを兼用する光ファイバーを含む様に構成することもできる。たとえば、図 9 に示される様に、複数の発光体ユニット (図示の例では 3 つ) を、上記の場合と同様に、ファイバーの長さ方向に沿って配置する。この時、受光兼発光ユニットとして機能する第 1 ユニット (1 a) では、漏光手段 (4 a) の幅が最も狭く、光源から最も遠い位置の第 3 ユニット (1 c) では、漏光手段 (4 c) の幅が最も広く、第 2 ユニット (1 b) ではそれらの間の幅方向寸法の漏光手段 (4 b) を有する光ファイバーを含む様にする。これにより、第 1 ユニットの光ファイバーでは、導光空間内に漏光する光の量よりも、第 2 ユニットに伝送される光量の方が多くなり、第 2 および第 3 のユニットにそれぞれのユニットの発光に必要な量の光を供給される。また、第 3 ユニットには、第 1 および第 2 のユニットの発光で消費された残りの光量しか到達しないので、光ファイバーに到達した光のほとんどが漏光され、光源から最も離れた第 3 ユニットでも十分な輝度で発光する様に、漏光手段の幅を可及的に広くできる。この様な形態では、導光空間に占める光ファイバーの容積を可及的に小さくできるので、箱体の高さ (天板と底板との距離) を可及的に小さくし、うす型の発光ユニットが形成できる。

【0074】さらに、図 7 に示される様に、1 つの発光ユニットが複数の (図示の例では 3 本の) 発光体光ファイバーを有していても良い。図 7-a に示すような、大きな面積の発光面 (11) を有する発光ユニットの中に、その X-X' 断面の模式図 (図 7-b) に示すように、3 本の光ファイバーが存在し、それぞれに漏光手段 (4 a, 4 b, 4 c) が取りつけられているが、それぞれの漏光手段が異なる長さ領域をカバーするように構成されている。漏光手段はそれぞれ一部重複して存在してもよい。この様な構成により、箱体の長さ (ファイバーの長さ方向に沿った寸法) が比較的長い場合に、光入射

端に近い側と、光出射端に近い側との間で輝度に差が生じにくく、発光面全体の輝度を均一にすこができる。

【0075】

【実施例】本発明を実施例により更に詳細に説明する。本発明はこれら実施例に限定されると解してはならない。

【0076】まず、図1～3に示すタイプの発光ユニットを3つ、以下の様な部品から形成した。ただし、第1ユニット（受光兼発光ユニット）には3本の光ファイバー（発光用1、光伝送用2）が、第2ユニットには2本の光ファイバー（発光用1、光伝送用1）が、第3ユニットには発光用の光ファイバー1本のみが含まれており、それぞれのユニットの発光体の配置は、図6に示される照明体と同様にした。

【0077】①箱体：底板および2枚のファイバー支持板を、10mm厚の木製板から形成した。また、2枚の側面板は、反射率が約90%の誘電反射フィルムを図示の様に断面U字状に湾曲して所定の位置に配置した。これらの部品を接着剤を介して互いに接合し、天板を除く箱体の部分（ハウジング）を形成した。また、底板の内面全面を覆う様に上記誘電反射フィルムを配置した。一方、3M（株）社製のプリズムフィルム「TRAF-I I」と、厚みが約5mmの透明強化ガラスと、厚み約0.5mmの白色半透明アクリル板とからなる天板を別途用意した。その天板を、発光体と光伝送体とを（詳細は後述する。）をハウジング内部に配置した後に、ファイバー支持板と側面板とに接着剤を用いて接合した。なお、ファイバー支持板の幅（天板と底板との間の距離）は約80mmであり、天板（発光面）の平面寸法は、30cm×30cmであった。また、底板に最も近く配置された光ファイバー（クラッド材）の周面と、底板との距離は約10mmであった。また、複数のファイバーを含むユニットの場合、それらのファイバー（クラッド材）周面間の距離が約5mmになる様に配置した。

【0078】②光ファイバー：ブチルアクリレート30重量部、2-エチルヘキシルメタクリレート70重量部とからなるモノマー成分100重量部に、架橋剤モノマーとしてトリエチレングリコールジメタクリレートを1重量部添加したモノマー混合物から、上記製造方法（特開昭63-19604号公報に開示の、チューブ内に充填されたモノマーを一端から他端に向けて順送りに熱重合させる方法。）によって作製した中実光ファイバー。断面（円形）の直径は12.7mm、屈折率は1.48であった。なお、この光ファイバーは、一端から入射した光を、外周面からほとんど放射させることなく、他端まで効率良く伝送可能であった。

【0079】③発光体：まず、拡散反射性粒子として二酸化チタン100重量部と、光透過性ポリマーとして分散性ポリウレタン（東洋紡（株）社製「品番：UR-8

700」、スルホン酸ナトリウム基を親水性官能基として分子内に有する芳香族ポリウレタン）10重量部と、溶剤（メチルエチルケトン）とからなる混合物から、サンドミルを用いてプレディスパージョンを調製した。次いで、そのプレディスパージョンと、アクリル系粘着剤300重量部とを混合して調製した塗料を、剥離フィルム上に塗布、乾燥し、転写型の拡散反射膜形成用粘着フィルムを形成した。粘着剤は、イソオクチルアクリレートを主成分とするモノマー混合物を重合してなるアクリル共重合体であり、剥離フィルムは、厚み50μmのPETフィルムの片面をシリコーン剥離処理を施したものを使用した。塗布操作では、ナイフコーティングを用いた。上記粘着フィルムを7mm幅のテープ状にスリットした後、その塗膜面を発光体用の光ファイバーの外周面に長さ方向に沿って圧着し、剥離フィルムを除去し、拡散反射膜を転写した。拡散反射膜の厚みは約300μmであり、十分な遮蔽性を有していた。最後に、内径が約12.7mmのFEP製のクラッドで光ファイバーを被覆し、発光体を形成した。

【0080】④光伝送体：一方、光伝送体を、拡散反射膜を配置しない以外は上記の発光体の場合と同様にして形成した。光源は、反射鏡付きの30Wのハロゲンランプ（岩崎電気（株）社製「品番：JCR-30W」）を用いた。なお、受光兼発光ユニットと光源との接続は、図7に示される様に、上記伝送体と同様の光ファイバーを3本用いて形成した伝送路と、受光兼発光ユニットの3本のファイバーとを、それぞれの光出射端と光入射端とを、互いに光伝送可能な様に接続した。

【0081】統いて、上記の様にして形成した3つの発光ユニットを、図12に示される方法を用い、ユニット間のファイバードラムを接続し、照明体を形成した。なお、第3ユニットの光ファイバーの光出射端は、上記誘電反射フィルムからなる反射部材で被覆した。

【0082】一方、上記光源を、上記照明体と接続し、本発明の照明装置を形成した。なお、受光兼発光ユニットと光源との接続は、図7に示される様に、上記伝送体と同様の光ファイバーを3本用いて形成した伝送路と、受光兼発光ユニットの3本のファイバーとを互いに光伝送可能な様に、光出射端と光入射端とを接続した。

【0083】

【照明装置の発光】上記の様にして形成した照明装置のそれぞれの発光面の輝度を、ミノルタ（株）社製照度計「T-1H（品番）」を用いて測定した。測定結果を図13に示す。測定に際しては、照明装置を、照明面（各ユニットの発光面）を上に向けて配置し、各ユニットの発光面を図の様に9分割し、各分割部分の発光面から上方に約30cm離れた位置の輝度を測定した。

【0084】この結果からも分かる様に、本発明によれば、各ユニットの発光面全面にわたって均一に発光し、かつすべてのユニットの発光面（すなわち、照明面全

面)にわたって均一に発光する、照明装置を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の発光ユニットの一部断面を有する斜視図。

【図2】 図1の発光ユニットをA-A'線に沿って切断した断面図。

【図3】 図1の発光ユニットをB-B'線に沿って切断した断面図。

【図4】 本発明の発光ユニットのハウジングのその側面板の一方が平面であるものを示す図。

【図5】 図2のプリズムフィルムが湾曲したものを見せる図。

【図6】 3つの発光ユニットを連結した照明装置であり、図6-aは光ファイバー部分の長手方向の断面図であり、図6-bは平面図。

【図7】 1つの発光ユニットであって、比較的大面積を有するものの図であって、図7-aは平面図であり、図7-bは光ファイバー部の長手方向の断面図。

【図8】 図6のタイプの照明装置を3つと、1つの光源から連結するときの模式図。

【図9】 3の発光ユニットを連結し、1本の連結した光ファイバーを発光体として用いる図。

【図10】 光ファイバーを複数本使用する場合の配置を示す断面図。

【図11】 発光面と光ファイバーとが対応する面に存在する場合の模式断面図。

【図12】 発光ユニットの連結部を示す断面図。

【図13】 実施例で測定した発光部分での光量測定結果。

【図14】 図3のファイバー支持部の詳細を示す断面図。

【図15】 図3のファイバー支持部の別の様子を示す断面図。

【符号の説明】

1 … 箱体、

2 … 光ファイバー、

4 … 漏光手段、

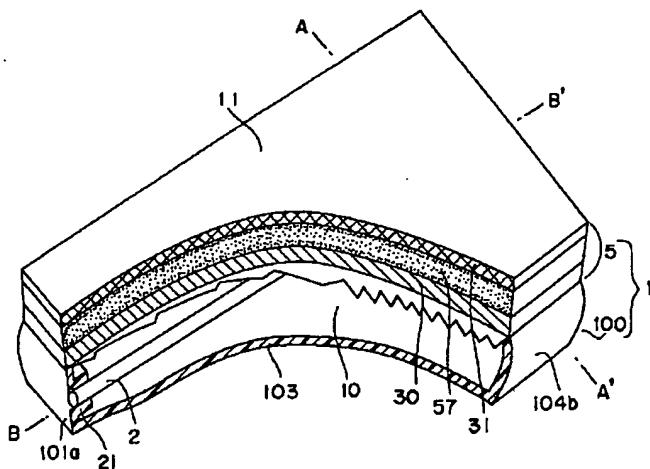
10 … 導光空間、

11 … 発光面、

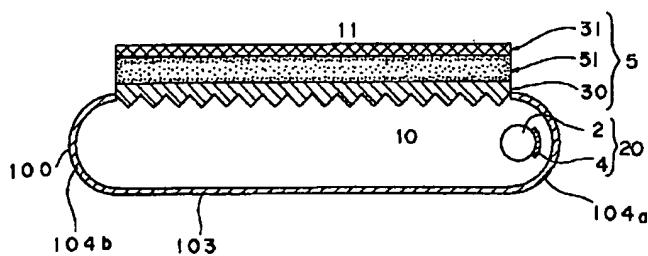
100 … ハウジング、

200 … 光源。

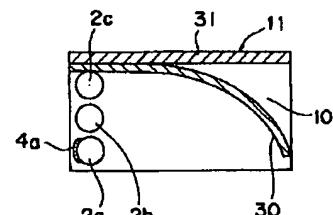
【図1】



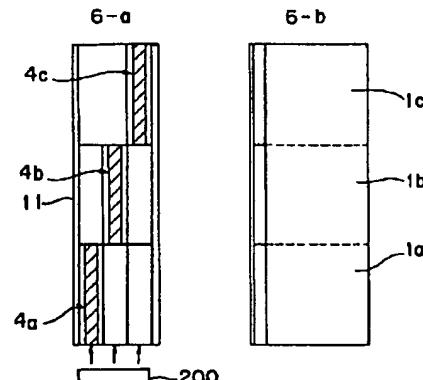
【図2】



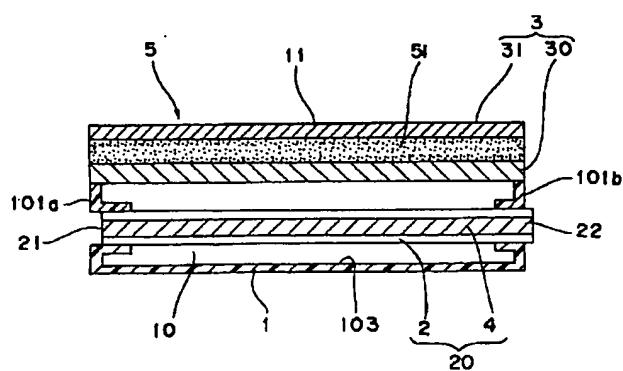
【図5】



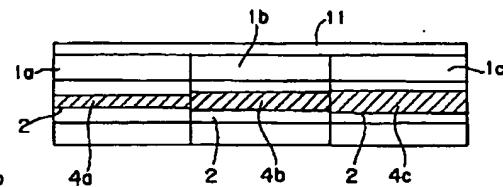
【図6】



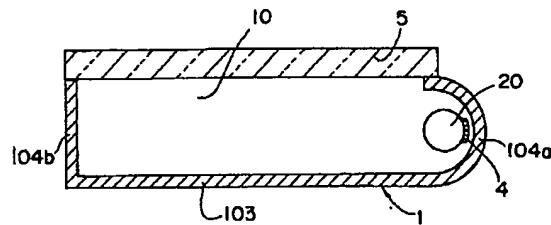
【図3】



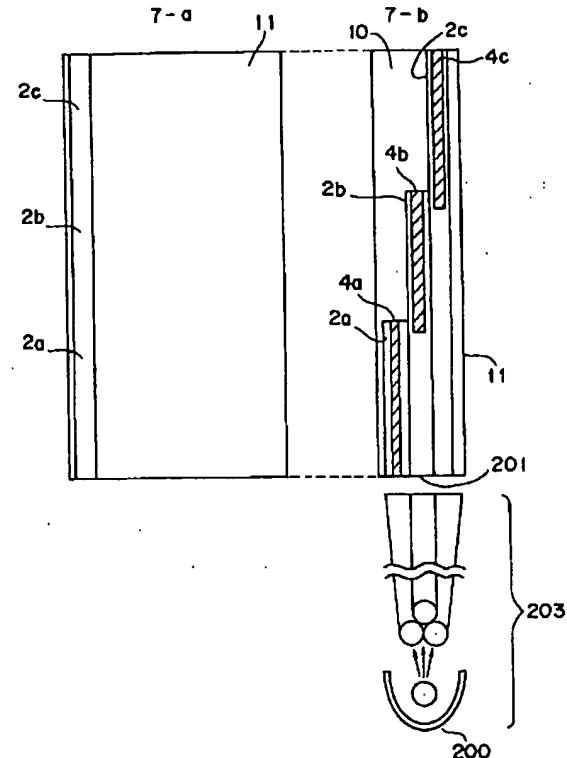
【図9】



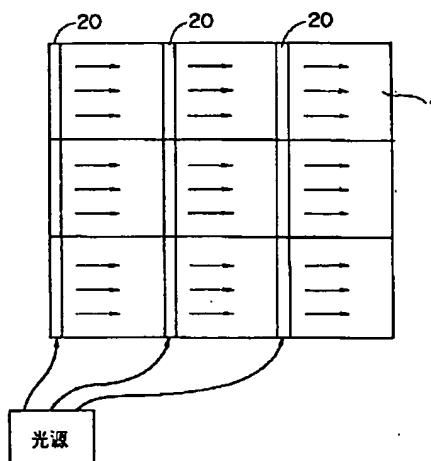
【図4】



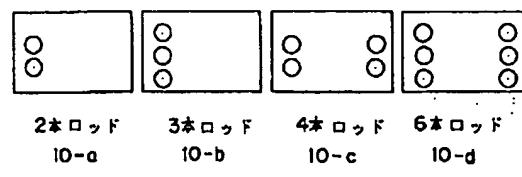
【図7】



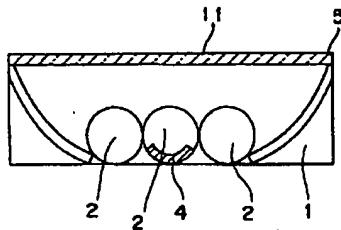
【図8】



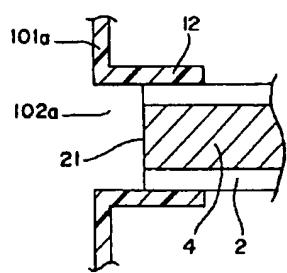
【図10】



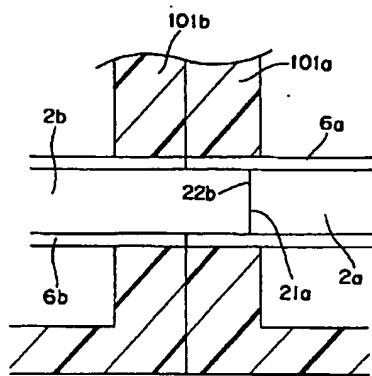
【図11】



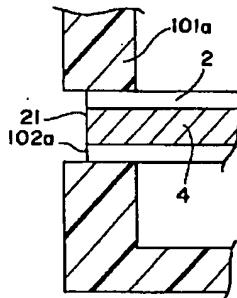
【図14】



【図12】



【図15】



【図13】

第1ユニット

平均: 304 Cd/m²

| | | |
|-----|-----|-----|
| 238 | 268 | 297 |
| 255 | 307 | 322 |
| 307 | 334 | 408 |

光伝送ロッド

光源

第2ユニット

平均: 272 Cd/m²

| | | |
|-----|-----|-----|
| 223 | 280 | 319 |
| 265 | 299 | 378 |
| 283 | 311 | 399 |

光伝送ロッド

光源

第3ユニット

平均: 314 Cd/m²

| | | |
|-----|-----|-----|
| 284 | 322 | 336 |
| 299 | 329 | 352 |
| 280 | 302 | 322 |

光伝送ロッド

光源